NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. J. COSTANTIN

MAITRE DE CONFÉRENCES A L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE

LAURÉAT DE L'INSTITUT

(*Prix Bordin, 1888; prix Thore, 1891*).



ÉD. CRÉTÉ

IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE

CORBEIL (S.-&-O.)





GRADES UNIVERSITAIRES

Licencié ès sciences mathématiques (juillet 1879).
Licencié ès sciences physiques (juillet 1879).
Agrégé des sciences physiques et naturelles (août 1880).
Licencié ès sciences naturelles (novembre 1881).
Docteur ès sciences naturelles (juillet 1883).

FONCTIONS

Élève de l'École normale supérieure, 1877-1880.

Agrégé-préparateur à l'École normale supérieure, 1880-1883.

Maître de conférences à la Faculté des sciences de Bordeaux, 1883-1884.

Aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle, 1884-1887.

Chargé des fonctions de Maître de conférences à l'École normale supérieure, 1887.

Maître de conférences à l'École normale supérieure, 1892.

RÉCOMPENSES ACADÉMIQUES

1883. — Prix Bordin.

1891. — Prix Thore (en commun avec M. Dufour).

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. J. COSTANTIN

AVANT-PROPOS

Avant d'aborder l'exposé de mes travaux scientifiques, je dois dire en quelques mots comment je les ai groupés. Ils se rattachent à des branches différentes de la science botanique : Morphologie expérimentale, Anatomie taxonomique, Mycologie pure, Pathologie végétale, Pathologie animale et Agronomie. Malgré la multiplicité des sujets qui ont été l'objet de mes recherches, on peut aisément discerner que deux questions fondamentales m'ont surtout préoccupé : l'une avant tout théorique, de portée générale et biologique, se rattachant à l'action du milieu; l'autre essentiellement pratique, par laquelle je me suis efforcé de montrer l'intérêt que peut présenter, pour les industries agricoles et la médecine, la connaissance des Champignons.

On avait toujours admis que la structure d'une plante est fixée d'une manière irrévocable dans toutes les phases de son développement. Mes études de morphologie expérimentale m'ont fait découvrir qu'au contraire, les tissus des végétaux sont susceptibles de se modifier profondément par l'action du milieu : j'ai pu établir expérimentalement le « déterminisme » qui amène la transformation d'un élément donné soit (par exemple) en une cellule remplie d'amidon, soit en une fibre ou en un vaisseau. Il en résulte un procédé précis qui permet de distinguer les caractères d'adaptation des caractères héréditaires. Mes travaux ont surtout porté sur l'action

des milieux souterrain, aérien et aquatique; ces recherches se sont étendues aux trois organes végétatifs de la plante : tige, racine et feuille. Les résultats auxquels je suis parvenu, à l'aide de la méthode expérimentale toujours contrôlée par l'anatomie comparée, ont été d'une grande netteté et d'une constance remarquable; ils ont montré que les changements ainsi obtenus sont aussi brusques que profonds, car ils atteignent tous les tissus et se produisent pendant une expérience de quelques semaines. Les mêmes variations sont d'ailleurs indépendantes de l'organe, elles sont surtout fonction des conditions ambiantes : autrement dit, les mêmes causes produisent des effets analogues sur la tige, sur la feuille et sur la racine. Ces faits que j'ai mis le premier en lumière, ont été confirmés et étendus depuis par un très grand nombre de savants qui se sont engagés dans la voie nouvelle ainsi ouverte, et l'ensemble des données aujourd'hui acquises constitue une branche importante de la Botanique, que l'on désigne sous le nom d' « anatomie expérimentale ». L'Académie a accordé, en 1883, le prix Bordin à l'ensemble de mes recherches sur ce sujet.

Après avoir déterminé avec précision ce qui est variable dans la structure des plantes, j'ai recherché ce qui est stable, et c'est en m'appuyant, au contraire, sur la détermination de caractères essentiellement héréditaires que j'ai entrepris quelques travaux d'anatomie taxonomique ayant surtout pour objet l'application de l'anatomie à la classification.

Dans mes premières études, je me suis contenté d'exposer des faits sans aucune considération philosophique. Depuis la publication de mes mémoires, le nombre des travaux sur les problèmes variés de l'adaptation se sont extraordinairement multipliés et leurs conclusions sont parallèles aux miennes. En 1897, dans deux ouvrages généraux, j'ai essayé de coordonner tous les résultats acquis en m'efforçant de montrer que de leur ensemble découlait des conséquences importantes au point de vue de ce que l'on peut appeler le « transformisme expérimental ».

Pendant que je me livrais à mes recherches sur l'action du milieu, la variabilité des Champignons et leur extrême polymorphisme m'avaient beaucoup préoccupé. Ces végétaux me parurent un objet particulièrement favorable pour continuer mes études. J'ai songé alors à appliquer, pour aborder l'examen des problèmes complexes qu'ils me présentaient, la méthode des cultures pures. Grâce à cette technique, j'ai été conduit du polymorphisme des formes conidiennes à l'étude plus générale des Mucédinées. Les Mucédinées constituent un groupe de Champignons immense et très mal connu, bien que composé cependant d'espèces répandues partout, offrant au point de vue de la connaissance des maladies végétales ou animales, et aussi au point de vue industriel, une impor-

tance considérable. J'ai contribué à élucider d'assez nombreuses questions qui se rattachent à l'histoire de ces Champignons imparfaitement étudiés. J'ai vérifié que si parmi ce groupe des Mucédinées il y a surtout des formes conidiennes d'Ascomycètes, on y trouve aussi autre chose, notamment des formes conidiennes de Basidiomycètes. C'est l'examen de ce dernier cas qui m'a amené à étudier la culture des Agaricinées en milieu stérilisé.

D'autre part, je me trouvais déjà préparé à ces recherches, par mes études sur les Basidiomycètes, dont j'avais fait la Flore (prix Thore, 1891), et par mes travaux sur les parasites mucédiniens des grandes espèces. C'est la découverte de maladies nombreuses du Champignon de couche qui m'a orienté vers le domaine de la pathologie.

Connaissant les fléaux qui sévissent journellement dans les champignonnières, j'ai cru utile de tenter de les combattre; c'est ainsi que commencèrent mes études de mycologie agronomique, qui m'ont conduit à préconiser l'assainissement des carrières de culture pour supprimer la maladie appelée « môle » et l'emploi du blanc de Champignon pur pour lutter efficacement contre d'autres maladies. Les expériences exécutées en grand par les praticiens ont contrôlé l'efficacité de cette dernière méthode et justifié la création d'un service de préparation du blanc stérilisé à l'Institut Pasteur. Depuis 1896, ce service contribue à améliorer une industrie essentiellement française.

Tel est, à grands traits, l'enchaînement des idées qui m'a amené des questions théoriques de transformisme expérimental aux problèmes de mycologie pathologique et agronomique.

Après avoir terminé l'exposé systématique de mes travaux, je les résumerai finalement par une liste chronologique.

MORPHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

I. — MILIEU SOUTERRAIN

Enracinement d'une branche de Ronce (1).

(Les numéros *à la fin des notes* sont ceux de la liste chronologique, p. 80).

Lorsqu'on examine une Ronce en automne, on voit sa tige s'infléchir en arceau et sa pointe s'enraciner. Il se produit donc dans cette tige un courant de sève en sens inverse du courant normal, conséquence inévitable de la nutrition intense résultant de l'enracinement par l'extrémité.

L'anatomie montre des différences nettes entre la partie aérienne et la partie souterraine. On s'aperçoit, en comparant ces deux régions, que, dans la tige souterraine, le parenchyme cortical est plus développé, et que l'exfoliation de l'écorce est accélérée par le grand développement de l'assise subéreuse. On voit, et c'est ce qui frappe surtout, que les fibres libériennes sont réduites.

Cette singulière plante, sur laquelle j'ai commencé mes recherches d'anatomie expérimentale, m'offrait un exemple d'une espèce montrant assez nettement l'influence du milieu, mais ici l'expérimentateur avait été la nature. Le problème de l'influence du sol que je voulais étudier était en réalité complexe, comme j'ai pu m'en convaincre ultérieurement (2), car on aurait pu être tenté d'attribuer les variations de la structure à tout autre chose qu'à l'action du milieu : un grand nombre de plantes présentent, entre les diverses parties de leurs tiges croissant dans les mêmes conditions de vie, des différences exclusivement morphologiques. La structure du rhizome pouvait être différente de celle de la tige qui le produisait, parce que ces deux parties étaient des organes héréditairement différents.

Pour élucider cette question, j'ai empêché la jeune pousse qui partait du tubercule de sortir du sol au printemps, en accumulant peu à peu la terre au-dessus d'elle, à mesure qu'elle se développait. L'expérience ayant été continuée pendant six mois, j'ai vu, en déterrant la tige, que l'épiderme était

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXIX, p. 76 (nº 1).
(2) *Ann. des sc. nat.*, 6ᵉ série, t. XVI, p. 21 (nº 2).

complètement blanc, les entre-nœuds très courts, le parenchyme cortical très développé, les ponctuations endodermiques nettes, les fibres libériennes absentes, la moelle non lignifiée. En somme, cette partie de la tige qui devait devenir aérienne, avait acquis par l'expérience les caractères des rhizomes.

Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones (1).

L'action profonde du milieu ambiant sur les plantes avait été affirmée par Lamarck, mais les preuves réelles et décisives de cette action n'avaient jamais été fournies. En étudiant ce problème au point de vue anatomique, je donnais à mes études un caractère très spécial et j'abordais l'examen d'une branche de la science encore à peine connue. On croyait volontiers autrefois que la structure d'une plante est immuable, et on était loin de prévoir que rien n'est plus malléable et plastique que l'ensemble complexe qui constitue un être vivant.

Pour arriver à donner une démonstration rigoureuse de l'action du milieu souterrain, j'ai eu recours à la méthode expérimentale; elle m'a donné des résultats d'une netteté remarquable et d'une constance tout à fait inattendue. J'ai contraint des plantules en germination à se développer sous de la terre qui était progressivement accumulée au-dessus d'elles; j'ai pu ainsi arriver à métamorphoser les tissus chez les espèces les plus variées. Les plantes étaient comme rabougries, tuméfiées, décolorées. Il est évident que des végétaux soumis à un pareil traitement se trouvent dans des conditions physiologiques très nouvelles pour eux et, s'ils ne meurent pas, il faut qu'ils s'accommodent aux conditions ambiantes. Ce résultat, qui nous paraît très simple et très évident à l'heure actuelle, était loin d'être admis quand je commençai mes recherches.

On pouvait être tenté de dire qu'il n'y avait aucune conséquence intéressante à déduire de pareilles expériences, parce qu'en somme les plantes étaient, pour ainsi dire, malades et que les anomalies observées dans ces conditions étaient absolument sans portée.

Une réponse bien évidente découlait cependant de l'examen de l'ensemble des résultats de la partie expérimentale : c'est que les espèces les plus diverses, appartenant aux familles les plus dissemblables et soumises au même traitement, s'étaient modifiées de la même façon. On y observait par-

(1) *Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. XVI, p. 1 à 170 (avec 8 planches) (no 2).

tout le même gonflement du parenchyme cortical, la même suppression des tissus de soutien, comme le collenchyme et les fibres, les mêmes modifications de l'endoderme gardant tardivement ses plissements, le même retard dans l'évolution du tissu ligneux.

S'il y avait de si grandes ressemblances entre les modifications de plantes très dissemblables, cela tenait sans doute à ce que les mêmes causes produisent partout les mêmes effets. On y constatait, en fait, un exemple frappant des métamorphoses cellulaires et des transformations profondes qui s'opèrent dans leur développement quand on change les conditions dans lesquelles la lutte s'établit entre les cellules. Ces données contenaient en puissance la théorie de la sélection intracellulaire telle qu'elle a été conçue depuis par M. W. Roux.

Les résultats nouveaux que nous venons d'exposer sont devenus courants depuis cette époque, tant ils ont été, depuis, indéfiniment vérifiés, à propos de l'action des agents les plus divers : cela ne leur enlève pas leur intérêt. Chacun sait aujourd'hui que rien n'est plus facile que de métamorphoser tous les tissus d'un végétal; on sait même que les transformations sont si grandes qu'on a vu des cellules destinées à donner des grains de pollen se transformer d'une façon monstrueuse, dans certaines circonstances, en éléments vasculaires. Des faits de ce genre étaient encore complètement inconnus vers 1881-1883, c'est-à-dire à l'époque où je faisais le travail qui devait me servir de thèse, et l'on conçoit que je me sois astreint, pour les établir rigoureusement, à un long contrôle d'anatomie comparée.

Il y avait à cela plusieurs raisons. D'abord, si l'on retrouvait, entre les deux parties d'une plante ayant normalement une tige aérienne et une tige souterraine, les mêmes différences que celles qui avaient été obtenues expérimentalement, on ne pouvait les attribuer à des déviations pathologiques. En second lieu, l'action du milieu souterrain était plus prolongée pour les rhizomes que pour les tiges enterrées dans mes essais de culture souterraine ; elle durait souvent plusieurs années, et je n'avais pu songer à réaliser des expériences de longue durée avec les plantes qui étaient normalement aériennes : il fallait prendre des précautions spéciales pour empêcher ces individus de mourir, et le séjour dans le sol ne pouvait pas être indéfiniment maintenu sans compromettre l'existence du végétal.

La comparaison des tiges aériennes et souterraines *naturelles* devait donc occuper dans mon travail une très grande place. Sans la partie expérimentale, on aurait pu objecter que les différences entre les deux sortes d'organes étaient purement morphologiques ; sans la partie d'anatomie comparée, on aurait pu me reprocher d'avoir étudié un phénomène morbide n'ayant rien à voir avec les conditions naturelles de la vie.

L'accord frappant qui existe entre les deux parties de mon travail (accord dont on peut se rendre compte en lisant les 117 pages qui s'y rapportent) conduisait à cette conclusion d'une haute portée générale, c'est qu'il n'y a pas une physiologie pour les plantes dans une période de santé et une autre pour les végétaux dans une période de maladie. C'est ce que Gœthe avait autrefois exprimé excellemment quand il disait : « Tout ce qui est anormal ne doit pas être considéré pour cela comme pathologique ; le normal et l'anormal vivent de la même vie. »

En résumé, ce travail (1) montre clairement que, par la méthode expérimentale, on élimine les causes principales qui contribuent à obscurcir le problème de l'action du milieu, à savoir : l'hérédité et l'âge.

Trois résultats sont à retenir de ces recherches :

1° Les modifications sont *uniformes* ;

2° Elles atteignent *tous les tissus* ;

3° Elles se produisent *très rapidement.*

Il était intéressant d'insister sur ce dernier resultat, car il est en accord aves celui qui avait été constaté par Nægeli quand il transportait les plantes de la montagne dans la plaine. Les changements y sont brusques et très intensec dès le début. Nous reviendrons plus loin sur les conséquences à tirer de cette importante donnée.

J'ai essayé, en outre, dans les modifications que j'ai obtenues, de voir ce qui tenait à l'absence de lumière seulement, et j'ai comparé des tiges expérimentalement étiolées à des tiges expérimentalement enterrées. Les différences entre elles sont frappantes, et cela se conçoit, puisque les conditions de transpiration, notamment, sont très dissemblables. Cette recherche montrait donc que, par ces études expérimentales, on pouvait obtenir des renseignements importants sur la valeur physiologique et le rôle des divers tissus de la plante.

Influence du milieu aérien et souterrain sur la racine (2).

Dans les travaux dont je viens de faire l'exposé, je m'étais proposé d'examiner l'influence du milieu sur la tige ; il y avait lieu d'étendre ces recherches aux deux autres organes principaux de la plante, la racine et la feuille.

On connaissait peu de chose sur les variations de la racine. On savait qu'un grand nombre de plantes possèdent ce que l'on a appelé des racines cachées qui se développent sous l'action de l'eau ; la comparaison des nœuds aériens et aquatiques de beaucoup d'espèces vivant sur les rives permet de constater

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXX, p. 230 (n° 3).
(2) *Ann. des sc. nat.*, 7e série, t. I, 1885, p. 135 à 182, 4 planches (n° 5).

souvent l'apparition d'un certain oombre de racioes adventives à la hauteur des nœuds immergés. Tout le monde avait eu égalemeot l'occasion d'observer la formation de ces oombreuses et longues racines que produisent dans les eaux courantes les Peupliers, les Auoes et les Bouleaux se développant au bord des rivières. L'étude anatomique de la question n'avait pas été abordée : les variations des poils radicaux avaient seulement formé l'objet des recherches de MM. Maxwell Masters et Mer. M. Van Tieghem, dans ses travaux classiques sur la racine, avait été frappé, en étudiant un certain nombre de Monocotylédones aquatiques, de la grande réduction de leur système vasculaire. Était-ce à l'action de l'eau qu'il fallait attribuer cette simplicité de structure ? On pouvait être tenté de le penser, mais comme on ne s'appuyait, pour établir une pareille doctrine, que sur des arguments d'anatomie comparée, il était bien hasardeux de conclure. Il est intéressant de rappeler cet état de la science si on était tenté de l'oublier.

Ici, comme partout, j'ai cru devoir donner le premier raog à l'expérimeotation.

Mes recherches ont porté d'abord sur les racines aériennes et souterraines, puis ensuite sur les racines aquatiques.

J'ai fait enterrer dans les serres du Muséum des racines aériennes de plantes tropicales. J'ai fait, en outre, développer des graines de plantes de nos pays sur un tamis dont le fond était constitué par un treillage retenant la terre et laissant passer les racines. Tout ce système était placé au-dessus d'un large cristallisoir de verre cootenant de l'eau. Dans certaines expériences, ces racines aériennes étaient placées à la lumière, dans d'autres à l'obscurité. Pendant ce temps, des graines de même origine étaient semées le même jour daos de la terre. Toutes ces expériences étaient faites dans les mêmes cooditions, sauf une.

J'ai pu arriver ainsi à vérifier un certain nombre de faits très intéressants au point de vue de la biologie de l'organe radiculaire. J'ai pu observer des variations très frappantes dans l'épaisseur relative du cylindre central et de l'écorce, des changements très appréciables dans l'endoderme qui est si étrangement modifié dans les racioes des épiphytes. J'ai vérifié un retour aux caractères ordinaires des racines souterraines à endoderme plissé et à tissu fondamental moins lignifié.

Les expériences sur les plantules d'espèces iodigènes ont fourni des résultats semblables et très concordants, relativement à l'épaississement de l'écorce, à la diminution de la lignification du système vasculaire et à l'atrophie du tissu fibreux.

De cette étude découlaient un certain nombre de conséquences intéressantes, relativemeot aux caractères comparés de la racine et de la tige. Les

anciens anatomistes, avant les belles recherches de M. Van Tieghem sur la racine, définissaient généralement cet organe par l'absence de moelle ; en réalité, ce caractère tient à ce que, la racine vivant d'ordinaire dans le sol, le cylindre central n'y prend qu'un faible développement ; l'écorce est, au contraire, très épaisse, et c'est l'inverse qui a lieu pour la tige. Ces caractères sont donc certainement en rapport avec l'action des milieux aérien et souterrain. Il en est de même des plissements endodermiques si communs dans les racines, si rares dans les tiges, etc.

La comparaison de racines aériennes maintenues les unes à la lumière, les autres à l'obscurité, était également intéressante à étudier. L'obscurité détermine pour les tiges, comme l'a indiqué M. Rauwenhof, un accroissement d'épaisseur de l'écorce et une diminution du système fibro-vasculaire. Des résultats semblables ont été obtenus pour les racines que j'ai pu étudier.

Il découle donc de ces recherches que la tige et la racine, bien que devant être considérées comme deux organes très différents, subissent cependant des transformations très analogues sous l'action de causes identiques.

Ces conclusions ont été confirmées et étendues par l'anatomie comparative des racines souterraines et aériennes dans une même espèce, et elles sont en complet accord avec les données que nous fournit l'anatomie comparée d'espèces différentes, les unes aériennes, les autres souterraines.

La concordance entre toutes ces données est tout à fait remarquable et elle montre surabondamment que les trois méthodes de recherches à l'aide desquelles on pouvait aborder l'étude de l'action du milieu étaient légitimes. L'anatomie comparée de plantes végétant dans des conditions différentes d'existence acquérait ainsi un sens qui n'avait pas échappé aux anatomistes du milieu du XIX[e] siècle, mais qu'ils n'avaient osé affirmer sans restriction. On se rend très bien compte de cet état d'esprit en parcourant les ouvrages d'Ad. Chatin et d'autres auteurs, qui ont fait des recherches si étendues d'anatomie comparée. On sent parfaitement que la conclusion qu'ils étaient tentés de tirer était au bout de leur plume, mais ils ont hésité devant la gravité de cette déduction. L'expérience pouvait seule permettre d'affirmer avec certitude que le milieu a une immense influence sur les êtres vivants, que son action se retrouve partout chez toutes les plantes et chez tous les organes. Il fallait d'ailleurs, pour arriver à cette généralisation, étendre préalablement ces recherches à un troisième organe, la feuille.

II. — MILIEU AQUATIQUE

Tiges et racines aquatiques (1).

M. Prillieux, dans son étude de l'*Althenia filiformis*, avait comparé la structure du rhizome à celle de la tige aquatique; M. Van Tieghem, dans ses recherches sur l'Utriculaire commune, avait été frappé de la dégradation de la tige submergée comparée à la tige florifère : au moment où la tige va fleurir, les ampoules de cette plante se gonflent d'air et l'Utriculaire vient flotter à la surface de l'eau. La tige florifère se trouve soustraite à l'action du milieu aquatique : aussi possède-t-elle la structure des tiges aériennes de Dicotylédones annuelles.

Dans quelle mesure des changements aussi frappants que ceux qui précèdent sont-ils dus au milieu aquatique ? Pour résoudre cette question, des recherches d'anatomie expérimentale furent entreprises et elles conduisirent encore, comme dans les études précédentes, à des résultats d'une grande netteté.

La partie expérimentale comprenait une double série d'essais. Dans un cas, des plantes normalement aquatiques étaient astreintes à se développer dans l'air; dans l'autre, des plantes normalement terrestre sétaient immergées dans l'eau.

En maintenant à l'air des tiges de plantes aquatiques, on voit se réduire le système de leurs lacunes aérifères. M. Rosanoff avait signalé le fait pour le *Desmanthus natans*; je l'ai vérifié expérimentalement pour le *Peplis Portula*, le *Callitriche stagnalis*, le *Myosotis palustris*. En outre, en accord avec ce qui a été obtenu inversement pour les espèces normalement terrestres, il y a augmentation du nombre des vaisseaux et des fibres de soutien, avec un élargissement du cylindre central.

Les résultats que j'obtenais ainsi étaient donc concordants et l'on voyait ici se produire des modifications différentes de celles que nous avons signalées pour les tiges souterraines.

D'ailleurs, ces conclusions furent confirmées par la comparaison de tiges aquatiques maintenues expérimentalement sous terre. Les essais qui ont porté sur le *Nasturtium officinale* et le *Myosotis palustris* ont conduit à démontrer que les lacunes de l'écorce diminuent d'importance dans la tige souterraine, mais que le système vasculaire y est plus développé que dans

(1) *Ann. des sc. nat.*, t. XXIX, p. 286-331, 4 planches (n° 4). — *Ann. des sc. nat.*, t. I, 1885 (n° 5).

la tige aquatique. L'écorce prend un plus grand accroissement dans la tige enterrée.

Comme dans mon travail sur les plantes à rhizomes, j'ai cherché à contrôler ces résultats de l'expérience par l'anatomie comparative ou l'anatomie comparée. Les méthodes anatomiques sont évidemment moins parfaites que la précédente, parce que l'on compare des parties d'âges différents appartenant à une même plante, ou parce que l'on confronte des espèces dissemblables. Bien que les résultats fournis par ces divers procédés de recherche soient concordants, nous n'hésitons pas à dire que c'est l'expérience qui doit être considérée comme la base solide et primitive des recherches.

Chez l'Utriculaire, par exemple, le pédoncule florifère aérien est dépourvu de feuilles, tandis que la partie aquatique en possède; ces deux régions ne sont donc pas morphologiquement semblables. Puisque, comme on le sait, en général, les feuilles se modifient d'une manière très sensible au voisinage des fleurs, il n'y a point lieu de s'étonner de voir la structure de la tige florale différer de celle de la tige végétative. Mais les différences que nous observons ainsi entre ces deux organes n'étant en fait qu'une exagération des dissemblances que nous avons obtenues expérimentalement, nous sommes en droit d'attribuer encore à l'action du milieu aquatique : l'augmentation des lacunes, la diminution ou la disparition complète des tissus de soutien (collenchyme, fibres) et l'atrophie du système conducteur ligneux.

Souvent les tiges aquatiques, comparées aux tiges aériennes, gardent des caractères embryonnaires et l'endoderme notamment y conserve plus longtemps ses plissements. Un autre fait net est mis en évidence par la mensuration de l'épaisseur de l'écorce et celle de la moelle ou du cylindre central. Le rapport $\frac{c}{e}$ du cylindre central à l'écorce est uniformément plus grand dans les tiges aériennes que dans les tiges aquatiques.

La comparaison des tiges aquatiques avec les tiges souterraines montre encore que pour ces dernières : 1° les lacunes sont moins puissantes; 2° le système vasculaire est un peu plus développé; 3° les fibres et le collenchyme, qui avaient diminué d'importance, disparaissent presque complètement; 4° les assises périphériques se subérifient; 5° l'endoderme est plus différencié.

L'étude des racines aquatiques m'a conduit à des résultats semblables.

Ces recherches d'anatomie comparative ont porté sur des plantes amphibies appartenant aux familles les plus différentes : Composées, Polygonées, Renonculacées, Hippuridées, Labiées, Crucifères, Nympheacées, Ombellifères, Butomées, Équisétacées, etc.

C'est à l'ensemble étendu des recherches exposées dans les quatre mé-

moires qui précèdent, ayant porté sur deux organes : la tige et la racine; sur trois : milieux souterrain, aquatique et aérien, que l'Académie a accordé le prix Bordin, en 1883.

Épiderme des feuilles des végétaux aquatiques (1).

Selon Brongniart et de Jussieu, l'épiderme manque dans les feuilles submergées. Ils déduisaient cette manière de voir de ces remarques que les deux caractères de l'épiderme ne s'y observent plus : la présence de stomates et l'absence de chlorophylle.

Ces deux caractères peuvent-ils servir à définir l'épiderme ? Non ; d'abord parce que la chlorophylle peut exister dans les cellules d'épidermes bien caractérisés de plantes aériennes qui poussent à l'ombre, d'après les recherches de M. Stohr.

Le caractère tiré de la présence des stomates est-il meilleur que le précédent ? Pour examiner cette question, il était indispensable d'étudier la répartition des stomates sur les feuilles nageantes et submergées. Trois méthodes pouvaient conduire à résoudre ce problème : l'observation isolée, l'étude du développement et l'expérience.

1° L'observation isolée avait conduit jusqu'alors à des résultats assez contradictoires. Si, dans le *Potamogeton lucens* dont les feuilles sont submergées, Brongniart avait signalé l'absence de stomates, Duchartre, par contre, avait constaté la présence de ces appareils à la face inférieure des feuilles nageantes de *Limnocharis Humboldtii*, d'*Hydrocharis Morsus ranæ*. D'ailleurs, M. Borodine avait vérifié l'existence de stomates sur les feuilles submergées chez le *Callitriche*, M. Askenasy sur les feuilles cotylédonaires de *Ranunculus aquatilis*, Braun sur les feuilles primordiales submergées du *Marsilia*, moi-même sur les feuilles submergées de *Villarsia ovata* et de *Pontederia cordata*.

M. Weiss, qui avait fait une étude approfondie de la répartition des stomates sur les feuilles des plantes aériennes et aquatiques, avait cru devoir en conclure que la terre, l'air, l'eau, l'obscurité et la lumière n'ont aucune influence sur les stomates.

2° L'étude du développement révélait leur apparition précoce sur les bourgeons ; c'est ce que j'avais pu voir notamment dans le *Limnocharis Humboldtii*, dont les feuilles étaient encore complètement convolutées et dont l'épiderme supérieur était déjà couvert de stomates. En somme, l'examen des bourgeons montrait que la question de la naissance des stomates était complexe et

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, 1885, p. 83 (n° 6).

que ces appareils pouvaient se former en dehors de l'action du milieu aquatique, même pour une feuille qui paraissait évoluer sous l'eau.

3° Les expériences de M. Hildebrandt, de M. Askenasy semblaient plaider en sens inverse des conclusions de M. Weiss, mais les remarques de M. Lewakowski sur les *Rubus*, celles de M. Schenck sur le *Cardamine pratensis*, celles que j'avais pu faire moi-même sur les tiges de *Vicia sativa* laissaient planer des doutes sur la valeur et la réalité de l'action du milieu.

A la suite de la communication précédente, une objection me fut faite qui me parut assez importante (1), en ce sens qu'elle était, en apparence, formellement contraire à l'action du milieu. Il s'agissait de l'expérience de la Jacinthe renversée, dont les feuilles s'accroissent dans l'eau et qui présentent cependant des stomates nettement développés.

Pris au dépourvu au sujet d'une plante que je n'avais pas eu l'occasion d'étudier, en rentrant au laboratoire, je constatai que les stomates préexistaient sur les très jeunes bulbes qui ne devaient se développer que l'année suivante. Le milieu aquatique ne pouvait donc pas faire disparaître des organes formés un an avant le début de l'immersion.

M. Mer avait paru vouloir restreindre la portée des expériences de divers botanistes dont j'ai parlé (MM. Askenasy, Hildebrandt). On pouvait donc croire que ces expériences ne levaient peut-être pas les contradictions signalées entre les faits et la théorie de la disparition des stomates par submersion. En effet, M. Mer s'est prononcé assez clairement en disant que les stomates « sont doués d'une remarquable résistance au milieu ».

Trois exemples (2) m'ont paru particulièrement nets comme prouvant l'action immédiate du changement de milieu sur des espèces offrant chacune un mode différent de transformation.

1° Quand l'*Hippuris vulgaris* est submergé, ses feuilles sont minces, longues, flexueuses. Dès que la tige sort de l'eau, le changement est aussi brusque que complet : les feuilles nouvellement produites dans l'air sont courtes, charnues et épaisses. Les variations de structure de ces feuilles sont immédiates et correspondent au changement de milieu. En particulier, les variations de l'épiderme sont très appréciables ; tandis que cette membrane est constituée, dans les feuilles aériennes, par des cellules courtes, régulières, avec de très nombreux stomates, elle n'offre plus ces derniers appareils dans les feuilles aquatiques, et les cellules y sont allongées, étroites et minces. En immergeant dans l'eau des pousses aériennes de la même plante, j'ai obtenu une métamorphose inverse, mais les feuilles de la base de la plante, ayant achevé leur croissance et leur différenciation

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXI, p. 91 et 100 (n° 7).
(2) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, 1885, p. 259 (n° 9).

dans l'air, conservaient leur aspect, leur épaissenr, leur brièveté ; toutes les feuilles nouvellement formées étaient du type aquatique.

2° Avec le *Stratiodes aloides*, l'action du milieu se manifeste autrement. L'influence du milieu aérien a pour effet l'apparition de stomates sur l'extrémité d'une feuille préalablement aquatique, dès que la pointe sort de l'eau. Cette observation est intéressante, car elle permet de comprendre pourquoi on ne doit pas conclure à la disparition de l'épiderme dans une feuille aquatique quand les caractères anatomiques normaux de cette assise font défaut.

3° Pour le *Polygonum amphibium*, M. Haberlandt avait constaté que lorsqu'on transporte un pied aérien dans l'eau, on voit, l'année suivante, la plante prendre les caractères d'un type aquatique. M. Mer avait cru devoir tirer de cette expérience un argument en faveur d'une action héréditaire. J'ai répété cette recherche en divisant le rhizome *d'un même individu* en deux parties : les deux pieds ainsi obtenus furent placés dans deux pots différents, contenant la même terre, et l'un d'eux fut placé dans l'eau, l'autre dans l'air. Or les feuilles nageantes du pied aquatique n'avaient pas de stomates à leur face inférieure. Les feuilles aériennes du second pied, qui a crû à sec, en ont présenté, au contraire, en très grand nombre sur cette face.

On ne saurait invoquer ici un retour d'hérédité, à moins de parler d'une *hérédité aérienne* et d'une *hérédité aquatique* ; mais cela est impossible, puisque les caractères héréditaires sont justement ceux qui restent en dehors de l'action des agents extérieurs.

M. de Vries, il est vrai, dans une théorie célèbre de la pangénèse, a imaginé la conception de la dichogénie pour expliquer des phénomènes tels que ceux du *Polygonum*, mais cette théorie ne peut s'appliquer lorsqu'il s'agit d'une même feuille, comme dans le cas du *Stratiotes*. Dans un livre sur l'hérédité acquise, qui est sous presse, je montre à quelles conséquences inadmissibles la théorie de M. de Vries doit conduire.

Je suis revenu plus tard, dans un Mémoire beaucoup plus étendu (1), sur cette question très complexe de la répartition des stomates, sur laquelle les observations étaient tout à fait contradictoires. Aucune question n'était cependant plus propre à mettre nettement en évidence l'influence du milieu.

On a longtemps regardé les feuilles filiformes, rubanées, capillaires dont les formes sont en relation avec la vie submergée comme essentiellement dépourvues de stomates ; j'ai constaté qu'elles acquièrent ces petits appareils chaque fois qu'elles se développent à l'air (feuilles filiformes de *Potamogeton natans*, feuilles capillaires de *Myriophyllum*, *Hottonia palustris*). L'adaptation, dans ce cas, est donc brusque et immédiate.

(1) *Ann. des sc. nat.*, t. III, 1886, p. 94-162, 4 planches (n° 14).

Ces transformations ne sont pas toujours complètes, mais le sens dans lequel elles s'opèrent est nettement accusé. On sait que les feuilles nageantes n'ont, d'ordinaire, de stomates qu'à la face supérieure. Or, supposons que l'on immerge un exemplaire aérien d'une plante amphibie (*Marsilia*, par exemple), de manière à faire développer des feuilles nageantes. Les premières feuilles de cette catégorie formeront encore quelques stomates à leur face inférieure; mais l'action du milieu n'en est pas moins nette cependant, car ces appareils prédominent de beaucoup sur la face qui est au contact de l'air, et c'est l'inverse qui a lieu chez les feuilles aériennes.

En somme, on peut dire que la structure des plantes est dans un perpétuel devenir, et rien ne le prouve mieux que les observations comparées sur les feuilles nageantes de la Sagittaire. Selon M. Reinhardt, la première feuille cordiforme nageante de cette espèce n'a de stomates qu'à la face supérieure, et, sur les feuilles nageantes qui se produisent ensuite, quelques stomates apparaissent à la face inférieure; ceci marque une transition vers les feuilles aériennes. Les phénomènes ne se passent pas toujours aussi régulièrement que l'indique M. Reinhardt, car il arrive fréquemment que la première feuille nageante présente des stomates à sa face inférieure. D'ailleurs, si la feuille en cœur est aérienne, les stomates sont tout de suite très nombreux sur la face tournée vers le bas.

Chez les végétaux qui sont plus franchement aériens, comme l'*Epilobium hirsutum*, le *Nasturtiun officinale*, les *Rubus*, etc., le milieu aquatique modifie simplement la répartition des stomates. Lorsque ces plantes sont immergées, les stomates sont encore nombreux à la face inférieure, mais ils tendent à s'accumuler en grand nombre à la face supérieure. Ce cas est extrêmement intéressant ; en effet, ces expériences prouvent que l'adaptation ne se fait pas au même degre pour les diverses plantes. Quand les plantes normalement aériennes sont astreintes à se développer dans l'eau, les changements de structure de l'épiderme sont très longs à se manifester et, lorsqu'ils deviennent sensibles, ils indiquent nettement une tendance vers l'organisation des feuilles nageantes. Tandis que pour les plantes amphibies l'accommodation se fait avec autant de netteté que de rapidité.

Expériences sur la Sagittaire.

Les débats très vifs et passionnés auxquels avait donné lieu mon premier travail sur les plantes aquatiques, m'avaient engage à reprendre de nouveau avec beaucoup de soin et, autant que possible, expérimentalement, le problème difficile de l'action du milieu aquatique sur les feuilles submergées et nageantes.

La Sagittaire me parut une plante particulièrement favorable pour cette étude (1). Cette remarquable espèce de nos cours d'eau a, comme on sait, des feuilles de trois formes, les premières en ruban, les secondes nageantes cordiformes, les troisièmes aériennes en flèche. Lamarck avait pensé que la forme rubanée est due au milieu aquatique et la forme sagittée au milieu aérien.

La question est plus complexe que ne le pensaient les anciens auteurs. D'abord une feuille en flèche est toujours sagittée ; la forme en flèche se différencie dans le bourgeon, et la feuille a déjà cette forme même lorsqu'elle est dans l'eau avant d'arriver à l'air. D'autre part, chaque espèce de feuille peut croître dans un milieu autre que celui qui lui convient. J'ai pu observer des feuilles en flèche restant submergées et des feuilles rubanées devenant aériennes. Il est vrai qu'il y a alors, bien que la forme générale soit conservée, interversion dans l'aspect : la flèche, dans le premier cas, est très allongée, étroite, molle et mince ; tandis que le ruban, dans le second, est court, épais et ferme. Ces changements d'aspect indiquent bien que le milieu a une action très notable. Pour se rendre compte des métamorphoses que le milieu imprime à la plante, il faut suivre les variations morphologiques : 1° dans les individus aériens ; 2° dans les individus peu profondément submergés ; 3° dans les individus très profondément enfoncés sous l'eau.

1° Dans le premier cas, les feuilles rubanées développées dans l'air sont courtes et leur nombre peu élevé. Entre les trois formes de feuilles, rubanées, cordiformes et sagittées, on trouve une série d'intermédiaires.

2° A mesure que la plante s'enfonce dans l'eau, les feuilles rubanées deviennent plus nombreuses et plus longues. Puis, on passe sans transition aux feuilles en cœur et, de celles-là, on arrive encore brusquement aux feuilles sagittées.

3° Enfin dans les individus profondément submergés, on n'a plus que des feuilles rubanées, dont le nombre se multiplie beaucoup, et lorsqu'on ouvre un jeune bourgeon, les feuilles rubanées sont de plus en plus nombreuses.

Les variations de structure sont encore plus grandes que les changements extérieurs de la forme. Bien que quelques feuilles rubanées aient conservé dans l'air la forme qu'elles ont dans l'eau, l'examen microscopique montre que les deux types de feuilles rubanées sont totalement différents. Toutes les feuilles aériennes, quel que soit leur contour, rubané, en cœur ou sagitté, ont des stomates sur leur épiderme, peu de chlorophylle dans cette assise, un parenchyme hétérogène avec des palissades très différenciées.

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, 1885, p. 218 (n° 8).

L'histoire du développement est également intéressante chez cette plante. Les changements de nutrition entraînent une modification profonde dans l'évolution du bourgeon : si, par suite d'une élévation prolongée du niveau de l'eau, un bourgeon se forme très loin de ce niveau, il y a une régression dans la production des feuilles successives, il se produit encore quelques feuilles sagittées, puis indéfiniment des feuilles rubanées.

En somme, j'ai mis en évidence par cette étude l'action multiple et indéfiniment changeante des conditions de la vie sur le végétal, parce qu'à tout instant le développement d'une plante est variable et parce que deux êtres de la même espèce ne croissent jamais dans une ambiance identique.

Morphologie des feuilles des plantes aquatiques (1).

J'ai étendu les résultats obtenus avec l'espèce qui précède à toutes les plantes aquatiques de notre pays.

Les plantes aquatiques forment, dans le règne végétal, une catégorie d'êtres qui se distinguent immédiatement par un certain nombre de caractères saillants, tirés surtout de l'aspect des feuilles, qui sont minces, moles, transparentes, d'un vert clair, allongées fréquemment en rubans ou divisées en filaments déliés.

Il semble, au moins, après un premier examen, que le milieu dans lequel vivent ces végétaux leur donne un air de famille, qui pourrait souvent faire méconnaître leurs affinités véritables. Rien n'est plus frappant que de comparer un *Cabomba* (Nymphéacée) aux *Ranunculus* aquatiques (Renonculacées). Cet exemple, pris au hasard, montre comment l'action du milieu a dû s'exercer autrefois d'une façon uniforme et profonde.

Je me suis proposé de rechercher si le milieu aquatique intervient encore actuellement pour modifier la forme externe et la structure des feuilles.

Si l'on s'adresse aux végétaux normalement aquatiques, l'action du milieu se révèle par l'allongement et l'amincissement du limbe des feuilles rubanées (*Scirpus lacustris*, *Sparganium minimum*, etc.), par une laciniation plus accusée des feuilles découpées (*Ranunculus*, *Myriophyllum*, etc.). L'activité de la plante, qui est employée, à l'air, à epaissir la feuille et à accroître sa consistance, est consacrée ici à son allongement dans une ou plusieurs directions, et cette extension exagérée se produit au détriment de l'épaississement du limbe ; le parenchyme du limbe est ainsi devenu très mince, et peut même disparaître dans certains cas (*Ouvirandra*).

Pour les feuilles d'espèces normalement aériennes, l'immersion dans l'eau

(1) *Ann. des sc. nat.*, 7e série, t. III, 1886, p. 94-162 avec 4 planches (nº 14).

détermine un arrêt de développement du limbe, tandis que le pétiole s'accroît d'une façon appréciable. Lorsque l'action s'exerce plus profondément, le limbe devient moins épais et plus transparent que dans les feuilles aériennes.

Dans l'adaptation d'un organe à un milieu nouveau, il faut distinguer deux cas, suivant qu'il est adulte ou non. Si l'évolution d'une feuille dans un milieu est terminée, elle meurt plus ou moins rapidement lorsqu'on la place dans un milieu différent de celui où elle a jusqu'alors vécu (*Nuphar*, *Vallisneria*, *Littorella*). Inversement, des feuilles en voie de développement s'adaptent aisément à un habitant nouveau (*Ranunculus*, *Callitriche*).

Parmi les caractères regardés comme dus au milieu aquatique, on peut citer différentes formes de feuilles qui se rencontreot surtout les unes dans l'air, les autres dans l'eau. En dehors des exemples classiques, j'ai insisté sur les cas des *Alisma*, des *Stratiotes*, des *Hippuris*.

Sous l'action d'eaux profondes, on voit se développer des variétés très spéciales, comme la variété *capillaceus* du *Ranunculus aquatilis*, la variété *graminifolia* de l'*Alisma Plantago*. Le milieu aquatique agit non seulement en empêchant les feuilles différenciées de se produire, mais en multipliant le nombre des feuilles de la forme submergée.

Le milieu aérien agit, au contraire, en hâtant la production des feuilles différenciées dans leur forme.

En somme, on voit que le milieu peut agir *immédiatement* pour modifier la consistance, la coloration et les dimensions des feuilles non adultes. Le milieu nouveau ne modifie cependant pas les traits généraux de la forme, et, en général, les feuilles ordinairement submergées peuvent se développer à l'air sans prendre l'aspect de feuilles ordinairement aériennes.

Le plus souvent, le milieu agit d'une manière *non immédiate* ou indirecte, en hâtant ou en retardant la différenciation des organes foliaires dans le bourgeon.

Mes recherches se sont aussi étendues à la structure interne, et j'ai constaté expérimentalement, pour les feuilles submergées, des résultats analogues à ceux que j'avais obtenus pour les tiges et les racines, relativement aux éléments conducteurs, aux tissus lacuneux et de soutien. J'ai vérifié également le grand développement des palissades à l'air, leur atrophie ou même leur disparition complète dans l'eau.

En résumé, on voit que l'étude de la structure des feuilles conduisait aux mêmes conclusions que celles qui avaient été fournies par l'examen des variations de la tige et de la racine.

Flore du littoral (1).

Tous ceux qui ont parcouru les dunes du littoral ont été frappés de l'aspect très uniforme que présente la végétation. J'ai eu à plusieurs reprises l'occasion de constater ces convergences remarquables, dans mes excursions sur les côtes de la Gironde, de la Charente-Inférieure, de la Loire-Inférieure et du Calvados. J'ai retrouvé partout les mêmes modifications se produisant sous l'action des mêmes causes; ce sont les résultats de ces observations qui sont consignés dans ce travail.

J'ai constaté des ressemblances entre des espèces poussant tout à fait au bord de la mer et appartenant aux familles les plus diverses : *Linaria thymifolia* (Scrofularinées), *Salsola Kali* (Salsolacées), *Cakile maritima* (Crucifères), *Convolvulus Soldanella* (Convolvulacées); toutes ces plantes ont des tiges et des feuilles épaisses, charnues, d'une teinte glauque spéciale. A côté ou à une certaine distance de la bande la plus exposée aux embruns, j'ai observé des plantes du centre de la France, qui arrivaient au bord de la mer sans modifications appréciables. D'autre part, j'ai noté des espèces de cette dernière catégorie qui avaient subi d'incontestables modifications : tel était le *Lotus corniculatus*, dont les feuilles étaient également devenues épaisses, charnues et glauques et méritant ainsi le nom de *crassifolius*; il en était de même de la forme *crithmifolia* de l'*Artemisia campestris*.

A l'entour des marais salants, j'ai retrouvé des espèces maritimes; ceci m'amena à examiner si les lacs salés de l'intérieur des terres ne présentaient pas souvent une flore analogue à celle du littoral. Cette présomption se vérifie pleinement, et autour des marais chargés de chlorure de sodium de Lorraine (Dieuze, Vic), d'Auvergne (Saint-Nectaire), de l'Allier, on retrouve une végétation maritime.

Là, ces plantes du bord de la mer gardent leur aspect normal et caractéristique, mais si leurs graines tombent par hasard sur un sol non salé, on voit alors leur port changer complètement. C'est ce qui se produit pour l'*Aster tripolium*, qui, de plante petite et simple, se modifie en un végétal presque gigantesque et abondamment ramifié. C'est ce qui arrive pour le *Salsola*, qui perd, à l'intérieur des terres, la carnosité de ses feuilles.

Toutes ces remarques concourent à montrer que l'on peut trouver à l'heure actuelle, à la surface du globe, une série d'espèces maritimes s'adaptant de plus en plus à la vie terrestre, et inversement, des espèces terrestres s'accommodant au climat maritime. Ces résultats se trouvaient tout à fait en

(1) *Journ. de bot.*, t. I, 1887, p. 5, 26, 41 (nº 18).

accord avec une expérience de M. Lloyd sur le *Chrysanthemum maritimum*, qui, cultivé à Nantes une année, s'était transformé en *Chrysanthemum inodorum*.

Mais la carnosité n'est pas la seule modification due au milieu salé; en explorant les plages du Croisic et du Pouliguen, j'ai été frappé par un second aspect tout autre de plantes encore franchement littorales, comme le *Medicago marina* et le *Diotis candidissima*, qui sont couvertes d'un véritable duvet blanc, particularité qui attire tout de suite les regards. Grâce, évidemment, à cette épaisse toison, ces plantes transpirent moins facilement et évitent ainsi les dangers d'une accumulation de sel dans leurs cellules.

Je concluais en disant que le développement des plantes dans les terrains salés détermine, à des degrés divers, un épaississement des feuilles, des tiges et des fruits, un changement dans la nuance verte de la plante, et, dans quelques cas, une production abondante de poils sur tout l'individu. Les travaux de M. Lesage et de M. Schimper ont, depuis, pleinement confirmé ces données.

ANATOMIE TAXONOMIQUE

Tige des Cycadées (1).

La structure anatomique des Cycadées n'est pas moins curieuse que leur port et leur appareil reproducteur. On sait, grâce aux recherches de Brongniart, Mohl, Miquel, Mettenius et Lestiboudois, que leur système libéro-ligneux est formé de couches concentriques indépendantes qui apparaissent successivement, les plus internes étant les plus anciennes.

Une question restait à résoudre : dans quelle région et aux dépens de quels tissus se forment ces couches libéro-ligneuses successives? Lestiboudois disait qu'ils se forment dans la médulle corticale ; de Bary n'était pas plus explicite dans son Traité d'anatomie comparée.

Nous avons entrepris, M. Morot et moi, de résoudre cette question, et nous sommes arrivés à cette conclusion que ce sont les cellules du péricycle qui prennent part à la naissance des assises surnuméraires.

Pour résoudre cette question, il fallait découvrir l'endoderme de la tige ; malheureusement cette assise était indifférenciée. Nous avons pu obvier à cet inconvénient, grâce aux caractères du péricycle, qui est collenchymateux et épaissi, ce qui le fait trancher sur le tissu ambiant. Il y a donc, quand on passe de la tige à la racine, un double changement : les plissements de l'endoderme disparaissent dans la portion aérienne, et il se produit, dans le péricycle, des éléments collenchymateux qui manquent dans la portion souterraine. Cette double différence de structure de l'endoderme et du péricycle est bien en rapport avec les conditions du milieu.

Ces points établis, il nous a été facile de montrer que les arcs libéro-ligneux surnuméraires naissent dans le péricycle et s'y maintiennent indéfiniment, quel qu'en soit le nombre. Quand ils sont très nombreux, grâce à la considération des canaux sécréteurs corticaux, qui restent toujours extérieurs aux faisceaux surnuméraires, on vérifie encore le même résultat.

Les faisceaux surnuméraires des Cycadées sont donc péricycliques, comme ceux des Chénopodiacées et des *Dracæna.*

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, XXXIII, 173 (nº 13).

Application de l'Anatomie à la Classification.

Pendant longtemps, les botanistes ont cru que la fleur était le seul organe capable de donner des caractères de quelque valeur pour la classification. Leurs conceptions, à ce point de vue, différaient donc profondément de celles de Cuvier, qui a fait contribuer tout l'ensemble de la structure de l'animal à la découverte de ses affinités véritables.

Plus ou moins consciemment, les botanistes repoussaient la plupart des caractères dérivés de l'appareil végétatif, parce qu'ils leur inspiraient une grande défiance. Évidemment cet état d'esprit tenait à ce qu'ils attribuaient au corps de la plante une extrême variabilité sous l'influence des conditions de vie, ou d'autres causes imprécisées. Ils regardaient, au contraire, la fleur comme l'organe héréditaire par excellence.

C'est grâce aux efforts persévérants de M. Van Tieghem que des conceptions nouvelles ont fini par entrer dans le domaine de la science, et il a montré que l'on pouvait découvrir chez la plante des caractères anatomiques d'une fixité admirable, d'une constance inattendue et d'une valeur ancestrale ou héréditaire indiscutable.

C'est sur ses conseils que M. Dufour et moi (1) avons entrepris des recherches dans le domaine de l'anatomie taxonomique sur un groupe de la famille des Myrtacées, les Lécythidées.

Les travaux de M. Van Tieghem sur le tissu sécréteur ont montré que la précocité et la constance de ce tissu permettaient de lui attribuer une valeur taxonomique de premier rang. L'étude que j'avais faite de l'action du milieu sur ce tissu confirmait pleinement cette opinion, car les éléments de sécrétion paraissent résister à la plupart des causes de variation.

M. J. Chatin (2) a depuis longtemps signalé les poches sécrétrices chez plusieurs genres. Nous les avons retrouvées chez les Myrtées (*Pimenta*, *Myrtus*, *Psidium*, *Eugenia*), chez les Leptospermées (*Leptospermum*, *Melaleuca*, etc.), chez les Chamælauciées (*Thryptomene*, etc.).

Ce caractère a paru à M. Van Tieghem d'une haute importance, et il a distingué les Myrtacées à glandes de celles qui n'en ont pas. La justesse de cette manière de voir a été vérifiée par nous ; car, à ce fait fondamental, nous en avons ajouté d'autres qui confirment et contrôlent cette opinion. Nous avons trouvé du liber interne, qui avait été signalé par de Bary et Petersen chez les Myrtées et les Leptospermées, dans un grand nombre de Chamælauciées (*Myrtomyrtus*, *Thryptomene*, *Darwinia*, *Calythrix*, etc.).

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, 1885, p 115), (n° 12).
(2) *Étude sur les glandes foliaires intérieures* (Ann. des sc. nat., 6e série, t. II, p. 200).

Aux caractères précédents, il vient s'en joindre d'autres, qui n'ont pas la même valeur, mais qui offrent, cependant, une grande uniformité : 1° Le péricycle se sclérifie à la partie périphérique, de façon à entourer le cylindre central d'un anneau fibreux ; 2° des fibres analogues s'observent à la partie interne du liber intérieur, mais ce caractère est bien moins constant ; 3° le parenchyme cortical se trouve exfolié de très bonne heure par l'activité d'une couche subéreuse toujours interne, mais qui peut occuper deux positions, en dedans ou en dehors des fibres péricycliques.

Il est intéressant de voir une structure si uniforme se maintenir pour des plantes dont la morphologie externe révèle tant de différences.

La parfaite homogénéité de structure du groupe des Myrtacées glanduleuses est d'autant plus saisissante que les Lécythidées présentent une structure tout à fait différente : 1° elles n'ont pas de liber interne ; 2° elles ont des faisceaux corticaux.

L'absence de liber interne se vérifie chez les *Napoleona*, *Lecythis*, *Fœtidia*, *Bertholletia*, *Couratari*, *Gustavia*, *Planchonia*, etc.

Les faisceaux corticaux existent toujours ici ; ceci se conçoit, parce que l'assise subéreuse est externe, quelquefois sous-épidermique (*Lecythis ollaria*). La présence de faisceaux corticaux très nombreux n'est pas un fait très commun chez les Dicotylédones ; aussi ce caractère donne-t-il une originalité très grande à la structure de la tige de ces plantes. Depuis cette époque, M. Van Tieghem, en étudiant les Melastomacées, a montré quel parti on pouvait tirer d'un pareil fait pour la classification.

D'ailleurs la structure de ce groupe est très homogène et il n'y a pas lieu de séparer les Napoléonées des Barringtoniées, comme l'a fait Baillon.

Le genre *Fœtidia*, que Bentham et Hooker regardent comme un genre douteux, a tout à fait la structure d'une Lécythidée, tandis que les *Sonneratia* en diffèrent profondément.

M. Lignier, qui a fait, en 1887 et en 1890, une étude approfondie des Lécythidées, disait à la fin de son important mémoire que ses « recherches n'ont fait que confirmer la conclusion de la note de MM. Costantin et Dufour, mais en l'appuyant sur des preuves nouvelles, tirées surtout de la connaissance du système libéro-ligneux foliaire ». Cet auteur admet, comme nous, que le *Fœtidia* est « *indubitablement* une Barringtoniée » et il éloigne définitivement les *Sonneratia* des Lécythidées (1).

(1) Lignier, *Recherches sur l'anatomie des org. végétat. des Lécythidées, Napoléonées et Barringtoniées (Lecythidacées)* (Bull. scient. de France et Belgique de M. Giard, 3e série, t. III, 1890, p. 291 à 420).

MYCOLOGIE PROPREMENT DITE

Mes travaux sur l'action du milieu m'ont conduit à aborder le difficile problème de la variabilité des Champignons, car chez ces végétaux inférieurs, les changements sont très souvent beaucoup plus rapides et beaucoup plus accentués.

D'ailleurs, chez les Champignons, le problème devient d'une complexité bien plus grande. En effet, la question de l'action du milieu se trouve alors intimement liée à celle du polymorphisme des appareils reproducteurs, notamment des appareils conidiens. C'est l'étude des formes conidiennes qui m'a amené à aborder, en premier lieu, l'examen de l'immense groupe des Mucédinées.

A. Mucédinées, formes conidiennes (1)

Là, plus que partout ailleurs, la science est destinée à rester longtemps fragmentaire et, bien que l'on s'adresse à l'étude de plantes vivantes, c'est la méthode que l'on emploie dans l'examen des végétaux fossiles qui est seule applicable, et voici pourquoi. Si l'on vient à cultiver une moisissure quelconque, on n'obtient pas tout son développement, comme lorsqu'on sème une graine d'une plante à fleur. On voit, dans ce dernier cas, successivement et régulièrement se succéder tous les organes du végétal. Or, pour les Mucédinées, les choses ne se passent pas normalement ainsi ; la culture donne souvent un seul appareil reproducteur, quelquefois deux, rarement plus.

Toutefois, on a pu prouver, dans quelques cas, que ces Champignons sont extrêmement polymorphes et variables, qu'ils peuvent présenter de nombreux appareils reproducteurs et que chacun d'eux est susceptible de métamorphoses étendues. Mais la découverte des conditions dans lesquelles s'opère le passage d'un appareil de reproduction à un autre se fait sans règle, et le hasard, le plus souvent, les a fait trouver jusqu'ici.

(1) *Les Mucédinées simples*, un volume (n° 24).

Il m'a paru nécessaire d'entreprendre l'étude de ce groupe des Mucédinées. La connaissance de toutes ces formes imparfaites est d'ailleurs importante à des points de vue très divers. D'abord parce que l'on peut espérer y découvrir des groupes nouveaux, des familles inédites, ensuite parce que leur examen doit permettre de mieux définir des Champignons plus parfaits, capables, à certains états, de prendre des formes mucédiniennes; enfin la recherche des Mucédinées est surtout intéressante parce que c'est parmi elles que se trouvent une multitude de Champignons nuisibles ou utiles. Le nombre des maladies végétales dues à ces moisissures est incalculable; leur rôle dans la pathologie humaine et animale est chaque jour grandissant et toutes leurs applications pratiques industrielles et agricoles sont loin d'être soupçonnées. Il y a donc intérêt à les faire connaître et à en vulgariser l'étude. J'ai été amené à cultiver un grand nombre d'espèces de ce groupe et je me suis rapidement convaincu que, pour tirer des conséquences certaines de mes recherches sur ces Champignons, il fallait employer la méthode des cultures pures. Grâce à cette technique, j'ai vérifié que certains types mucédiniens constituaient des groupes distincts, que d'autres appartenaient à des Basidiomycètes. Chemin faisant, j'ai rencontré des parasites qui attaquent les grands Agarics; c'est ainsi que je me suis trouvé amené à étudier simultanément la culture des grandes espèces et les maladies qui les détruisent : points qui ont servi de départ à mes études de Pathologie et d'Agronomie.

La vérification de l'hypothèse que toutes les Mucédinées ne devaient pas être considérées comme des formes conidiennes ou imparfaites des Ascomycètes se trouve dans les recherches que j'ai pu faire successivement sur deux Champignons intéressants : le *Rhopalomyces*, qui végète sur des Pezizes (1) et l'*Asterophora* qui pousse sur le *Nyctalis*.

La première de ces deux espèces, que j'ai découverte sur le *Peziza arenaria* (Champignon qui vit enfoncé dans le sable), m'a permis de constater un caractère important. En examinant la germination des spores, j'ai remarqué que le mycélium était extrêmement fin et sans cloisons; ce caractère est constant, jusqu'ici, dans les Oomycètes ; il en résulte donc des affinités remarquables pour ce *Rhopalomyces* nouveau. J'ai pu en même temps constater que je n'obtenais de fructifications qu'en semant sur la Pézize. La révision des espèces qui avaient été rangées dans les *Rhopalomyces* m'apprit, en outre, que beaucoup d'entre elles étaient des *Œdocephalum*.

La culture des spores étoilées des *Asterophora* (2), que l'on rencontre sur le chapeau des *Nyctalis*, spores qui avaient été regardées par Tulasne comme

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIII (nº 16).

(2) *Bull. de la Soc bot.*, t XXXV (nº 22). — *Bull. de la Soc mycol.*, 1890 (nº 40). — *Journ. de bot.*, t. III (nº 35). — *Revue gén. de bot.*, t. III (nº 41).

appartenant à un Ascomycète du genre *Hypomyces*, m'a permis de vérifier que de Bary et Brefeld avaient raison en professant une autre opinion, et que ce soi-disant parasite est en réalité composé de chlamydospores d'une Agaricinée. Le grand groupe des Basidiomycètes est donc en droit de réclamer comme lui appartenant un certain nombre de Mucédinées.

L'étude de ce pseudo-parasite m'a conduit à aborder l'examen des parasites vrais des grands Champignons, recherche qui a été pour moi très féconde, puisqu'elle m'a engagé sur une voie qui devait me conduire à l'examen de la Môle, maladie si importante du Champignon de couche.

Le développement de l'*Hypomyces cervinus* (1) que j'ai rencontré sur le *Peziza macropus* et sur les Helvelles, m'a permis d'observer plusieurs formes reproductrices de cette espèce encore imparfaitement connue : chlamydospores, forme verticillée et bulbilles se rapprochant à certains stades des *Asterothecium* et des *Papulaspora*.

Chez l'*Asterothecium strigosum*, qui pousse sur le *Peziza hemisphærica*, j'ai également observé une forme verticillée, ce qui tend à justifier l'opinion de Tulasne relativement à l'existence d'affinités avec les *Hypomyces*.

L'examen d'un *Leotia lubrica* m'a fourni l'occasion de compléter nos connaissances sur un parasite qui avait été décrit par Fayod sous le nom d'*Hypomyces Leotiarum*, dont il n'avait observé que les conidies et les chlamydospores. J'ai trouvé ses pycnides transparentes comme du verre, appartenant au genre *Sphæronema*. Là, comme partout, la mycologie s'édifie par des observations isolées se complétant les unes les autres, et la forme parfaite est, d'après M. Vuillemin, non un *Hypomyces*, mais un *Melanospora*, fait en accord avec le caractère des pycnides.

L'étude d'un *Diplocadium* (2) que j'ai pu faire ultérieurement, avait un autre intérêt, car c'est un parasite de la Morille, espèce supérieure comestible, dont nous possédons le mycélium, M. Matruchot et moi (3), et que l'on arrivera à cultiver un jour ou l'autre : ce jour-là, la connaissance de son ennemi prendra une grande importance. J'en ai fait la culture pure, en utilisant pour cette recherche de petits cristallisoirs à fond plat, à orifice latéral fermé par un tampon de coton, à couvercle de verre présentant une rainure rodée. Ces petits appareils me présentaient, sur les chambres humides, si commodes pour l'étude des Mucorinées, Champignons à croissance très rapide, l'avantage de pouvoir être aisément stérilisés, et ce point avait une grande importance pour l'examen d'espèces à croissance lente.

Grâce à ces petits cristallisoirs, je pouvais faire l'étude de mes moisis-

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXV (n° 22).
(2) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXV (n° 23).
(3) *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1896 (n° 76).

sures en place, et en pleine végétation. J'ai pu élucider ainsi divers points de l'organisation des *Diplocladium*, qui ont les spores en capitule, fait qui n'avait pas été signalé, et j'ai observé des bulbilles jaunes, puis orangé brunâtre dont j'ai étudié le développement, et qui n'avaient pas été signalées jusqu'ici. J'ai eu, depuis la publication de ce premier travail, l'occasion, à deux reprises, de constater les dégâts que peuvent faire des parasites de ce genre sur le *Polyporus squamosus* et sur la *Pietra fungaia*.

La présence de ces bulbilles chez ces *Diplocadium*, le cas des *Asterothecium* et celui de l'*Hypomyces cervinus* rendaient intéressante la question des *Papulaspora* (1). J'ai eu l'occasion d'observer une espèce de ce genre poussant sur des tubercules de Dahlia; elle est formée par d'assez grosses boules détachées du mycélium, d'un rouge brunâtre, au centre desquelles se trouvent des cellules plus colorées que les périphériques. Mélangé à ce *Papulaspora*, j'ai trouvé un *Dactylaria* qui était en relation avec de petits corpuscules ressemblant aux débuts des sphères rougeâtres. En cultures pures, le *Papulaspora* s'est reproduit seul et les premiers stades du développement des sphères est le suivant : un filament se courbe au sommet, s'enroule sur lui-même et bourgeonne autour de la partie centrale, qui se différencie et se colore, rappelant ainsi les premiers stades des périthèces d'Ascomycètes.

Les cultures pures dont il vient d'être question présentent un intérêt qui m'a paru mériter de fixer l'attention des mycologues, en vue de la formation d'un *herbier-serre* de Mucédinées.

Une des grandes difficultés de l'étude de la mycologie tient à l'absence ou à l'insuffisance des collections. On a bien fait des herbiers, mais l'état de conservation dans lequel se trouvent les matériaux laisse très souvent à désirer. A l'occasion de la culture d'un *Botryosporium*, Mucédinée tout à fait élégante et qui n'avait été, jusqu'ici, que très imparfaitement décrite, j'ai remarqué que les tubes où je cultivais ce Champignon présentaient pour le mycologue les avantages à la fois d'une *collection* et d'une *serre*. Grâce à la méthode des cultures pures, une fois la moisissure obtenue, on est assuré de la conserver indéfiniment, à la condition de prendre soin de faire de temps en temps de nouveaux ensemencements. Les tubes dans lesquels on fait ces cultures tiennent peu de place, on peut donc accumuler dans un petit espace une très grande quantité de matériaux vivants qui pourront présenter, à un moment donné, un intérêt de premier ordre. Je dois dire que j'ai fait ainsi une collection qui a été, un moment, très importante, à l'aide des ressources pourtant insuffisantes de mon laboratoire ; mais il serait d'une portée beaucoup plus grande qu'une pareille collection fût faite dans un établissement

(1) *Journ. de Bot.*, t. II (nº 31).

spécialement outillé pour cela : elle pourrait avoir un intérêt général aussi grand, plus grand même, peut-être, dans bien des cas, que la culture de beaucoup de plantes supérieures dans les jardins botaniques et dans les serres des grands établissements publics.

Afin de donner une démonstration de l'intérêt de la méthode des cultures pures, j'ai fait figurer, en 1890 (1), à l'exposition de Champignons organisée par la société mycologique, une telle collection de Champignons microscopiques.

Grâce à la méthode de cultures pures appliquée à l'étude du *Botryosporium pyramidale*, j'ai pu élucider sur l'histoire de cette plante un certain nombre de questions qui n'avaient pas encore été résolues (2).

Le développement du Champignon est terminal. Tout à fait à la pointe du gros filament général, on aperçoit des bourgeons qui s'allongent en doigt de gant, faisant avec l'axe principal des angles variables. Ces rameaux sont disposés en spirale et se différencient bientôt à leur extrémité, où l'on voit apparaître quatre à six sphères portées sur de courts pédicules. C'est à la surface de ces sphères que se forment les spores. Les auteurs qui avaient décrit cette Mucédinée n'avaient pas assisté à ces phases de développement et on pouvait, d'après Corda, croire que l'on avait ici des capitules d'une tout autre nature.

En outre, en poursuivant les cultures, j'ai vu se développer des sphères incolores quand elles sont jeunes, puis légèrement colorées en orange clair. Quand on examine ces petits corpuscules au microscope, on voit que leur surface est hérissée d'appendices rigides, pointus, à parois épaisses non cloisonnées. Ces appendices s'observent dans un plan à la surface de la sphère et rappellent de loin ceux des Érysiphées. Ces petites sphères sont des pycnides qui contiennent des spores incolores, ovalaires, rappelant, par leur forme, celles des *Botryosporium*. Ces pycnides doivent être rattachées, parmi les Sphéropsidées-Nectrioidées, au *Collacystis* ; j'en ai fait le *Collacystis Botryosporii*. En ensemençant cette dernière forme, j'ai obtenu une forme analogue aux *Tubercularia*.

Je concluais donc, d'après l'ensemble de ces observations, que le *Botryosporium* est l'état conidial d'une Hypocréacée présentant des pycnides de *Collacystis* et une forme voisine des *Tubercularia*.

L'étude des Mucédinées peut conduire à l'examen d'autres problèmes. Celui de la *fasciation des Mucédinées* (3) m'a paru devoir fixer mon attention à cause de sa portée générale. Corda a autrefois, en 1839, décrit sous le nom de *Coremium vulgare* une Mucédinée qui n'est qu'un état particulier du

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1886, p. 46 (nº 26).
(2) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1890, p. 63 (nº 40).
(3) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1888 (nº 27).

Penicillium crustaceum. A la fin des cultures, on voit souvent le Pénieille qui était primitivement constitué de filaments fructifères distincts, s'agréger de manière à produire un Champignon beaucoup plus compliqué, de constitution très différente, avec un gros pied formé de filaments parallèles et une grosse tête fructifère.

Depuis 1839, Tulasne et de Bary, pour les *Isaria*, Harz, pour les *Stysanus*, Eidam pour l'*Acrostalagmus cinnabarinus*, de Seynes pour les *Sporochisma*, ont cité des exemples de Champignons, normalement simples, pouvant s'agréger ou inversement de Champignons, normalement agrégés, pouvant se présenter sous une forme simple.

Quoique la forme simple soit souvent très speciale, malgré cela, on confond cependant souvent sous un même nom de genre un ensemble de formes agrégées résultant, en réalité, de la fasciation de formes simples très dissemblables. Tel est le cas des *Isaria* où, à côté de certaines formes simples *Botrytis*, on a signalé des types très différents, comme l'*Isaria arachnophila* qui, d'après M. Boudier, résulte de la fasciation de *Sterigmatocystis*.

Pour éviter des confusions fâcheuses et la reunion sous un même nom générique d'espèces en réalité très différentes, j'ai proposé les deux règles suivantes, qui ont été adoptées par M. de Seynes, dans le *Dictionnaire de botanique* de Baillon.

Première règle. — Une même Mucédinée étant connue à l'état filamenteux et à l'état agrégé, on supprimera le nom du genre le plus nouvellement formé et on le remplacera par le nom ancien précédé de *Syn*, si le nom supprimé est celui d'une forme agrégée, et de *Haplo*, si le nom supprimé est celui d'une forme simple. Ainsi, au lieu de *Coremium*, on dira *Synpenicillium*. La deuxième partie de la règle a déjà été appliquée plus ou moins tacitement; on a appelé *Haplographium* les *Graphium* simples.

A cette règle, il sera nécessaire d'ajouter une restriction quand la forme sera mal définie et quand une dénomination d'un genre agrégé ne sera pas fondée sur la connaissance bien nette de la forme simple. Au lieu de *Isaria arachnophila*, on dira *Synsterigmatocystis*.

Deuxième règle. — Un genre de Mucédinées agrégées étant formé d'espèces qui sont des états complexes de Mucédinées simples appartenant à des genres différents, ce nom générique doit être supprimé pour ces espèces et remplacé par celui du nom de genre auquel se rattache l'état simple précédé de *Syn*.

J'ai appliqué ces principes à l'étude d'une forme corémiale spéciale que j'avais observé à l'état spontané. Sur de très jeunes fructifications, on observe une forme *Penicillium* très reconnaissable. Mais tandis que dans les *Peni-*

cillium types, la plante reste normalement à ce stade de l'évolution ; ici, ce stade est franchi sans arrêt. Le pied formé d'une file unique de cellules ne se maintient pas simple. Il se forme immédiatement des branches s'orientant les unes vers le haut, les autres vers le bas, en s'appliquant sur l'axe primitif, qui s'accroît ainsi rapidement en épaisseur, de façon à déterminer une forme corémiale. J'avais donc une espèce nouvelle devant être nommée *Synpenicillium*, d'après la règle que je venais de formuler.

Les problèmes qui se rattachent à la fasciation des Mucédinées sont quelquefois d'une nature très différente de celle que nous venons de signaler.

MM. Reinke et Berthold, dans un travail sur le *Stysanus Stemonitis*, avaient constaté que ce Champignon se présente d'abord sous la forme d'un appareil filamenteux qu'ils avaient voulu rapprocher de l'*Echinobotryum atrum*. Cette interprétation avait été niée par M. Mattirolo qui, ayant trouvé un *Melanospora* donnant pour forme imparfaite le *Stysanus* précédent, avait suivi le développement de l'état agrégé de ce *Stysanus* et découvert une forme simple devant, selon lui, être rapprochée d'un *Acladium*.

L'étude que j'ai pu faire, d'abord avec M. Rolland, puis seul (1), m'a conduit à cette conclusion que les opinions, en apparence très divergentes, des auteurs que je viens de citer ne sont peut-être pas inconciliables.

Corda, qui a décrit le premier ce genre *Echinobotryum*, le regardait comme parasite d'un autre Champignon (*Stysanus*), sur les pieds duquel il formait des capitules sporifères sessiles. Mais ce parasitisme n'est pas nécessaire, car plusieurs espèces d'*Echinobotryum* se développent en saprophytes sur le bois.

La diagnose étant ainsi modifiée, l'hypothèse de MM. Reinke et Berthold devint possible, mais elle demandait des vérifications, et j'ai pu en obtenir de deux sortes. Sur une culture pure, j'ai trouvé des pieds de *Stysanus* sur lesquels s'observaient des fascicules d'*Echinobotryum*, comme s'il s'agissait d'un parasite. Entre ce stade et le début des cultures, j'ai vu une série de termes de transition vers la forme *Stysanus*. Mais, au début, on a une forme agrégée à spores noires, verruqueuses et grosses, qui se rattachent plutôt aux *Sporocybe*; puis sur certains milieux de culture, on voit à ces spores noires précédentes, se substituer des conidies lisses, presque incolores, qui se disposent en chapelet au lieu d'être en capitule.

D'ailleurs, en cultures pures, j'ai pu voir la forme simple d'*Echinobotryum* se changer en un type pénicillioïde à spores incolores, lisses et en chapelet; c'est vraisemblablement un terme transitionnel de cette série que M. Mattirolo a observé et qu'il a dû décrire comme *Acladium*. M. Berlèse

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXV, p. 296 (nº 25) et *Journ. de bot.*, t. III, p. 240, 245 (nº 33).

est arrivé, presque en même temps que moi, à des résultats semblables.

Le problème du *polymorphisme* des Champignons inférieurs est très intéressant et souvent très compliqué. J'ai eu l'occasion à plusieurs reprises d'en observer des exemples.

En ensemençant notamment de très grandes spores noires et pluricellulaires d'*Helminthosporium* (1), Mucédinée qui forme sur des branches de l'Erable des arborescences noires, j'ai pu les voir germer, donner un mycélium incolore, sur lequel au bout de quelque temps se produisaient de petites spores incolores, unicellulaires, n'ayant aucune ressemblance de taille, de forme, de coloration avec la spore initiale. Les filaments germinatifs ne tardaient pas à grossir en certains points et à se cutiniser soit à leur extrémité, soit au milieu de leur longueur. Les conidies fusiformes, incolores, petites, qui apparaissaient dans ces conditions n'avaient jamais été décrites.

J'ai eu l'occasion également d'étudier deux formes conidiennes intéressantes appartenant au genre *Amblyosporium*, qui étaient très peu connues; l'une d'entre elles était nouvelle (*A. bicollum*), elle se développait sur un *Lycoperdon*. J'ai montré que M. Fayod n'avait pas reconnu ce genre, qui est identique à ce qu'il a appelé le *Monilia albo-lutea*, forme conidienne d'une Pezize. La multiplicité et la variété des appareils conidiaux des Pezizes se trouvaient singulièrement étendues et les affinités des *Amblyosporium* précisées.

Une autre question très complexe de polymorphisme est celle des variations des *Alternaria* et des *Cladosporium* (2). Tulasne avait annoncé que l'on peut passer de l'une de ces formes conidiennes à l'autre. D'autre part, divers observateurs ont démontré que l'*Alternaria* appartient au cycle évolutif d'un *Pleospora*, mais que la seule forme conidienne dérivant des asques de ce dernier est l'*Alternaria* et que jamais on n'obtient de *Cladosporium*.

Par des cultures parfaitement pures, répétées et variées de l'*Alternaria tenuis*, j'ai obtenu des variations considérables des spores de cette Mucédinée. J'ai vu dans certaines cultures la taille des spores de ce Champignon se réduire dans des proportions considérables et, en même temps, le nombre des cloisons qui divisent la spore s'abaisser à deux ou trois transversales, puis à une seule. J'ai même obtenu des *Alternaria* avec des chapelets de petites cellules unicellulaires, brunes. En présence de ces faits, on voit que, dans ces conditions de développement, l'*Alternaria* perd tout à fait l'ensemble des caractères qui le définissent et se rapproche singulièrement de ceux qui permettent de reconnaître un *Cladosporium*. M. Mattirolo est d'ailleurs arrivé à un

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1887 (nº 19). *Bull. soc. bot mycol.* (nº 17 et 38)

(2) *Journ. de bot.*, t. III, p. 1 (nº 34). — *Revue gener. de bot.*, t. I, p. 453, 501 (nº 37). — *Revue géner. de bot.*, t. V, p. 84 (nº 57).

résultat analogue : il reconnaît que l'*Alternaria* peut offrir des spores qui diminuent de volume et qui simulent un *Cladosporium*.

Sur un milieu très spécial (acide picrique dans lequel avait été conservé un *Haliotis*), j'ai observé d'un côté un *Alternaria*, de l'autre un *Cladosporium* et sur un tubercule, qui s'était produit entre les deux et qui paraissait dépendre de l'*Alternaria*, on voyait des termes transitionnels vers le *Cladosporium*. Il est vrai qu'il ne s'agissait pas de culture pure ; ce cas ne permettait pas de tirer une conclusion définitive, mais le résultat qu'on en pouvait déduire était analogue aux données fournies par les cultures pures pour lesquelles le doute n'est pas permis.

En cultivant une forme *Cladosporium* recueillie sur un fruit de Cucurbitacée, j'ai d'autre part observé des chapelets de spores unies, bi ou tricellulaires et, à côté, des cellules renflées rappelant un peu des spores d'*Alternaria*. J'ai d'ailleurs obtenu l'*Hormodendron cladosporioides* avec ce *Cladosporium* ; c'était donc bien un *Cladosporium* type dont il s'agissait puisque, sur ce point, tous les observateurs sont d'accord.

Quelques années après la publication des résultats que je viens d'exposer, M. de Janczewski démontra qu'un certain *Cladosporium* pouvait donner comme périthèce le *Leptosphæria Tritici*.

L'ensemble de ces faits paraît difficilement conciliable avec les idées de fixité qui existent en mycologie, là comme partout ailleurs dans la science, l'étude que j'ai faite des variations de l'*Alternaria* a été conduite avec beaucoup de soin et je suis certain du résultat obtenu en cultures pures. Il peut donc être conclu avec certitude qu'il doit y avoir des convergences des formes conidiennes : l'*Alternaria* étant apte à donner des formes cladosporioïdes, le *Cladosporium* des formes alternarioïdes.

Les nouvelles recherches de M. Berlèse compliquent encore le problème actuel. Il a récolté des *Cladosporium* donnant une forme *Hormodendron*, distincte de la forme ordinaire. Il a pu, en cultivant un *Cladosporium* récolté sur *Evonymus*, obtenir des pycnides de *Phleospora* au lieu des pycnides de *Septoria* et de *Phoma* qui appartiendraient, d'après Janczewski, au *Leptosphæria*.

D'après cela, la convergence des formes conidiennes est un fait bien établi : cette question, qui n'avait pas été suffisamment étudiée jusqu'ici, est destinée à jouer un rôle important en mycologie.

B. Oomycètes.

J'ai eu l'occasion d'étudier à diverses reprises plusieurs Mucorinées nouvelles ou peu connues.

Tel est le cas du *Mucor plasmaticus* Van Tieghem (1), que j'ai rencontré plusieurs fois dans mes excursions mycologiques aux environs de Paris. Je l'ai cultivé : 1° en grand, sur du fumier chauffé dans des assiettes ; 2° en flacons Pasteur ; 3° en chambre humide.

J'ai été ainsi amené à constater, grâce à ces diverses méthodes se contrôlant mutuellement, que cette espèce présente une extrême variabilité qui se manifeste dans sa taille, dans les dimensions de sa columelle, dans ses spores.

J'ai signalé également une espèce nouvelle de *Mortierella* (2) qui avait poussé sur un *Tremellodon gelatinosum*. Elle se distingue du *M. nigrescens* par son mycélium incolore et du *M. candelabrum* par ses spores.

Le *Rhizomucor parasiticus* est une espèce pathogène de l'homme, qui a été découverte et décrite en collaboration avec M. Lucet (3) ; elle est intéressante au point de vue botanique, en ce sens qu'elle constitue un terme transitionnel, qui avait échappé jusqu'ici à l'attention des botanistes, entre le genre *Mucor* et le genre *Rhizopus*. J'indiquerai au chapitre de la pathologie en quoi cette espèce est surtout remarquable.

Nous avons découvert, M. Lucet et moi (4), parmi les Mucorinées pathogènes, deux Champignons nouveaux intéressants au point de vue botanique, car ce sont deux types extrêmement voisins l'un de l'autre mais qui diffèrent cependant par des caractères d'une parfaite constance héréditaire.

Boudierella (5). — Cette Entomophthorée nouvelle a fait son apparition dans des cultures instituées pour la germination des spores d'une variété de *Psalliota* ; elle provenait probablement d'un Insecte mort qui se trouvait sur les lames de l'Agaric.

Quand on examine les parois des tubes de cultures, on voit qu'elles sont recouvertes d'un voile blanc crème, formé par les spores projetées. Ce caractère de la projection des conidies, ajouté à celui de la structure continue se manifestant au début de la germination, permettent de rapprocher tout de suite le Champignon nouveau des Entomophthorées.

Les spores, fixées ainsi sur le verre, germent bientôt d'une manière caractéristique. Sur toute la surface de la spore, apparaissent de nombreux petits stérigmates, terminés bientôt par une conidie de deuxième ordre. Le nombre de ces conidies secondaires est variable, de 8 à 15. Ces conidies

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIV, 1887, p. 30 (n° 17).
(2) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1888, p. 148 (n° 29).
(3) *Revue gén. de bot.*, t. XII, p. 81 (n° 87).
(4) *C. R. de l'Acad. de med.*, décembre 1900 (n° 89).
(5) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1897 (n° 78).

secondaires sont bientôt projetées et, en général, à une faible distance de la sphère initiale.

Le Champignon qui vient d'être décrit se distingue des autres Entomophthorées par deux caractères : 1° il est saprophyte; 2° les conidies secondaires se forment d'après un mode spécial.

Or, on ne connaît actuellement que deux genres d'Entomophthorées saprophytes, les *Basidiobolus* et les *Conidiobolus*.

J'ai cru donc devoir créer un genre nouveau *Boudierella* et j'ai appelé *B. coronata* cette espèce nouvelle.

La question de la culture des Entomophthorées pourrait avoir un intérêt pour l'agriculture. Tous les auteurs, notamment M. Brefeld et M. Giard, qui se sont occupés de ces parasites, ont signalé les épidémies souvent très importantes qu'ils produisent.

C'est donc aux Entomophthorées que l'on a songé d'abord, quand l'idée est venue, pour la première fois, de détruire les insectes par des Champignons. Dès 1879, M. Giard attirait l'attention des agriculteurs sur ce groupe de Champignons.

A l'heure actuelle, on ne sait pas cultiver leurs spores durables en milieux stérilisés. La culture de leurs conidies n'a pas été non plus jusqu'ici couronnée de succès.

La possibilité de cultiver à coup sûr et d'une manière indéfinie une Entomophthorée constitue donc un résultat intéressant ; c'est celui auquel je suis arrivé pour l'espèce signalée plus haut.

C. Ascomycètes.

MYXOTRICHUM (1). — Ce genre a été décrit au commencement de ce siècle par Kunze et Schmidt. Sa structure a été d'abord exposée imparfaitement, et les espèces nouvelles qui y ont été rangées ont obscurci l'idée qu'on devait s'en faire.

Dans une première catégorie, se rangent les *Myxotrichum chartarum* et *aeruginosum* qui doivent être rattachés tous deux aux Gymnoascées. Les autres espèces que j'ai pu également examiner (*rarum*, *murorum*, *fuscum* et *resinæ*) n'ont rien de commun avec les précédentes.

1° *Myxotrichum chartarum*. — J'ai pu avoir en ma possession des échantillons bien authentiques de cette espèce provenant de Montagne, Desmazières, Rabenhorst et Berkeley. J'ai constaté que cette espèce est voisine du *Gymnoascus uncinatus* décrit beaucoup plus tard, en 1877, par M. Eidam.

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, 1891, t. XXXVIII, p. 344 (n° 42).

J'ai vérifié que le glomérule central du *Myxotrichum* est formé d'asques à huit spores, fait qui n'avait été que vaguement entrevu par quelques auteurs.

J'ai observé deux variétés du *Gymnoascus uncinatus*, que j'ai pu cultiver. L'une a été rencontrée sur fumier de panthère ; elle diffère des individus décrits par M. Eidam par quelques caractères secondaires. J'ai réussi, résultat auquel n'était pas parvenu le distingué mycologue allemand, à obtenir en culture des fructifications ascosporées. J'ai obtenu également sur pomme de terre la forme conidienne ; elle est colorée en jaune et en vert. J'ai désigné cette variété sous le nom de *viridis*.

Sur le fumier de sanglier, j'ai rencontré une autre forme fauvâtre qui me paraît plus voisine de celle d'Eidam, c'est la variété que je désigne sous le nom de *fuscus*.

2° *Myxotrichum aeruginosum*. — C'est encore une Gymnoascée, dont la teinte varie du jaune clair au roux brunâtre.

J'ai signalé deux formes curieuses de ce Champignon, la forme *achætum* et une seconde variété qui paraît se rapprocher du *M. chartarum*, car les longues soies s'enroulent en crosse à l'extrémité.

Enfin le genre *Bolachotricha* ne m'a pas paru devoir se rapprocher des *Gymnoascus*.

Blastomyces (1). — Cette Mucédinée a été découverte par M. Rolland et moi, sur du crottin d'ours. Nous avons réussi aisément à la cultiver.

Sur pomme de terre, elle forme un mycélium d'abord blanc, à croissance limitée. Au bout d'un temps plus ou moins long, on voit apparaître en quelques points des masses jaunâtres qui augmentent bientôt et font saillie sur le mycélium blanc. Les monticules irréguliers deviennent jaune soufre, puis jaune orangé, presque rougeâtre. Au bout de cinq à six mois, le mycélium blanc a complètement disparu et tout le substratum est couvert d'une masse pulvérulente jaunâtre ou rouge orangé. Des cultures vieilles sur gélose prennent une teinte verdâtre.

Au microscope, on voit d'abord les bourgeons terminaux et latéraux s'isoler à leur base par une cloison, produisant ainsi les spores primaires. Ce premier stade est rapidement franchi. Les spores primaires bourgeonnent et donnent des spores secondaires qui se comportent de même, etc.

Depuis l'époque où je faisais avec M. Rolland ce travail, j'ai eu à plusieurs reprises l'occasion de cultiver des Champignons présentant des variations de teintes aussi remarquables que le précédent. J'ai pensé que j'avais affaire à une forme conidienne de Gymnoascée (2).

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1888 (n° 30).
(2) *Revue gén. de bot.*, t. III, p. 287 (en note).

MM. Matruchot et Dassonville ayant établi récemment le rapport des Gymnoascées avec les parasites du cuir chevelu et de la peau (teigne, etc.), je me suis alors rappelé la ressemblance qui m'a frappé entre le *Blastomyces* et un état conidial d'une teigne que j'ai pu observer grâce à M. Sabrazès. Ce résultat vient corroborer la découverte intéressante de MM. Matruchot et Dassonville.

Eurotiopsis (1). — Ce Champignon a été rencontré accidentellement sur de l'empois d'amidon, dans le laboratoire de M. Gayon, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Bordeaux; il a été l'objet d'un très remarquable travail de chimie biologique d'un de ses élèves, M. Laborde.

J'ai découvert deux appareils reproducteurs de cet Ascomycète nouveau : 1° des périthèces ; 2° des conidies.

Les conidies sur certains milieux apparaissent d'abord et elles peuvent souvent s'y maintenir seules, quelquefois pendant un temps assez long. J'ai vu des cultures d'un mois sans périthèce. Les conidies qui terminent un pédicelle fructifère peuvent être en chapelet, au nombre de trois ou quatre. Au-dessous de l'extrémité du rameau fructifère, se produit un rameau qui rejette le premier de côté. Cette seconde branche va se terminer plus haut que le premier chapelet par une spore, qui pourra être unique. Au-dessous, le développement du filament reprend et se termine à nouveau par une spore, etc. Cette disposition sympodique peut se produire plusieurs fois.

Les périthèces sont très petits ; ils ont une enveloppe formée de cellules disposées au début en mailles. Les asques qui s'y trouvent sont en nombre très variable, et leur forme est ronde. J'ai pu observer les premiers stades de la formation de ces périthèces ; on y voit au début, des tortillons spiralés dont les tours de spire sont peu serrés.

Par ses périthèces, ce Champignon présente quelques affinités avec les *Eurotium*, il en diffère nettement par sa petite taille et surtout par son appareil conidial qui est assez analogue à celui du *Monascus ruber* ; mais la plante actuelle se distingue de cette dernière espèce par ses asques nombreux et octosporés.

J'ai dédié cette espèce à M. Gayon, sous le nom d'*Eurotiopsis Gayoni*.

D. — Basidiomycètes.

Nyctalis. — Dès 1889, je me suis mis à aborder l'étude de la culture des Basidiomycètes et j'ai commencé ces recherches en les appliquant

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t XL (n° 56).

à deux espèces ne présentant aucun intérêt pratique, mais offrant, par contre, au point de vue théorique diverses particularités extrêmement intéressantes.

Le *Nyctalis* (1) est un Agaric qui se rencontre assez communément à l'automne sur le chapeau des Russules noires; ce parasitisme sur une Agaricinée a depuis longtemps attiré l'attention sur ce curieux Champignon. Une particularité de sa structure a également embarrassé les observateurs : la surface du chapeau est couverte d'une poussière d'un brun jaunâtre, formée d'un grand nombre de spores étoilées. On a cru, au début, que ces spores appartenaient à un parasite du *Nyctalis*, parasite par conséquent au deuxième degré.

Cette manière de voir a été combattue par de Bary. M. Brefeld a montré qu'en germant les basidiospores du *Nyctalis* donnaient des chlamydospores étoilées.

J'ai vérifié ce résultat par une autre méthode, et il est établi ainsi que les Basidiomycètes ont des chlamydospores, et même une forme oïdiale. Mais c'est vers une autre question que s'est portée surtout mon attention. J'ai pu obtenir en cultures pures, des individus du *Nyctalis* de la taille des échantillons naturels, complètement adultes, c'est-à-dire présentant des feuillets pourvus de basides et de spores. J'ai exposé dans quelles conditions j'ai réussi mes expériences, et c'est en cultivant sur des fragments de *Russula nigricans* que j'ai eu les plus beaux développements.

Cet exposé montre que le *Nyctalis* est une des plantes les plus facilement cultivables. M. Brefeld n'était cependant arrivé, à ce point de vue, qu'à des résultats incomplets : il avait échoué, notamment, dans la culture des chlamydospores.

En résumé, je suis arrivé à deux résultats :

1° J'ai fait germer les chlamydospores sur des milieux artificiels variés, à toutes les époques de l'année ;

2° J'ai obtenu des individus adultes, présentant des chlamydospores et des basides.

J'ai pu de même cultiver une autre espèce, le *Marasmius Oleæ*, et j'ai tiré, de ces deux exemples de cultures expérimentales, les conséquences suivantes, dont on appréciera la portée par ce qui va suivre.

Grâce à la méthode des cultures pures :

1° On peut assurer la perpétuité de la culture ;

2° On peut obtenir la purification du milieu, de façon que, dans aucun

(1) *Journ. de bot.*, t. III, 1889, p. 313 (n° 35). — *Bul.. de la Soc. mycol.*, 1890, p. XLII (n° 40). — *Revue gen. de bot.*, 1891, t. III, p 497 (n° 41).

cas, on ne puisse craindre l'invasion d'espèces étrangères, notamment de parasites causant des maladies;

3° On peut produire la fructification en toutes saisons.

Collybia velutipes. — Depuis cette époque, M. Matruchot et moi avons tiré grand parti de ces données pour perfectionner la culture du Champignon de couche, mais nous avons également cultivé d'autres espèces, notamment le *Collybia velutipes* (1), Champignon lignicole. Cette dernière culture mérite d'être rappelée, parce que c'est sur le bois que nous sommes arrivés à la réaliser en tubes stérilisés qui ont figuré à l'exposition de la Société mycologique de 1894 : on y voyait des chapeaux fructifères aussi beaux que ceux de la nature. Or, on sait que les Japonais cultivent sur bois une espèce comestible d'Armillaire; le résultat précédent laissait donc entrevoir que l'on pourrait arriver un jour à améliorer grandement la culture des Champignons lignicoles.

Polyporus squamosus. — En suivant une marche tout à fait différente, j'ai fait une observation assez intéressante à ce même point de vue, sur le *Polyporus squamosus* (2).

Une vieille souche d'un Sycomore, sur laquelle avaient poussé ces Champignons, fut arrachée et placée dans le jardin de mon laboratoire, à l'ombre d'un grand arbre. Des arrosages réguliers favorisèrent le développement de chapeaux et, en mai 1892, en 1893, puis en 1894, de belles récoltes furent faites. Certains de ces Champignons avaient 25 centimètres de diamètre et pesaient 510 grammes.

La principale difficulté dans ces cultures serait de se procurer des souches contenant un mycélium déterminé. On pourrait y arriver en introduisant dans une souche des fragments de bois rempli du blanc du Champignon à cultiver. M. Hartig, en employant cette méthode, est arrivé à inoculer le mycélium d'un parasite à des arbres sains.

L'étude que j'avais faite de ce Polypore, m'a conduit à observer un parasite qui, par son extension, a réduit la récolte. C'était un *Diplocladium minus* dont j'ai observé les chlamydospores. J'ai été amené ainsi à distinguer le parasite du Polypore de celui que j'avais étudié antérieurement sur la Morille : *Hypomyces Morchellæ :* cultures roses ; forme conidienne, *Diplocladium majus* ; bulbilles sclérotioïdes (existe sur le *Peziza macropus*). *Hypomyces aurantius :* cultures indéfiniment blanches; forme conidienne, *Diplocladium minus ;* chlamydospores à plusieurs cloisons parallèles (existe sur *Polyporus varius*).

(1) *C. R. de l'Acad. des sciences*, 29 août 1894, t. CXIX, p. 752 (n° 69).

(2) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1894, p 102 (n° 66).

MYCOLOGIE PATHOLOGIQUE

I. — PATHOLOGIE VÉGÉTALE

La Môle, maladie du Champignon de couche (1).

On donne le nom de Môle à une maladie du Champignon de couche qui sévit avec intensité dans toutes les carrières des environs de Paris où l'on cultive cette espèce comestible. Cette maladie est certainement connue depuis au moins trois générations de champignonnistes. Le parasite qui produit cette affection a été décrit par M. Magnus à Berlin et M. Cooke en Angleterre; mais c'est M. Prillieux qui a le premier établi l'identité de la Môle et de l'altération parasitaire décrite par les deux botanistes précédents.

M. Dufour et moi avons entrepris une étude approfondie de cette affection. Une première question s'est posée à nous : devait-on distinguer deux maladies, comme cela semblait résulter des observations de M. Magnus d'une part et de M. Stapf de l'autre ? Les champignonnistes n'avaient cependant jamais reconnu qu'un mal, et ils désignaient sous le même nom deux déformations très différentes du Champignon.

Dans la forme commune de la maladie, le Champignon est peu déformé, ses feuillets sont ondulés, son pied épais et court; souvent le *Psalliota* a son chapeau déjeté de côté et excentrique. Un œil exercé reconnaît la maladie dès le début; lorsque la fructification est à l'état de grain, le pied est beaucoup plus gros que le chapeau qui reste à l'état de simple mamelon.

Dans d'autres cas, les déformations de l'Agaric sont plus grandes, le Champignon devient tout à fait informe; c'est une masse ovoïde qui rappelle alors plus une sorte de Lycoperdacée qu'une Agaricinée : c'est ce que nous avons désigné sous le nom de forme sclérodermique.

En étudiant les parasites qui produisent ces deux déformations, on peut être tenté de croire que l'on a affaire à deux maladies très distinctes. M. Magnus, en étudiant à Berlin une maladie du Champignon, avait trouvé un *Mycogone* seul ; à Vienne, M. Stapf avait signalé un *Verticillium* isolé.

En soumettant le *Mycogone* à des cultures, nous avons constaté qu'il

(1) *C. R. de l'Acad. des sciences*, 29 février 1892 (n° 43). — *Revue gén. de bot.*, t. IV (n° 44).

végétait sur les milieux stérilisés les plus divers et nous sommes arrivés à obtenir sur certains substrats la forme *Mycogone* isolée, c'est-à-dire les chlamydospores seules ; sur d'autres, au contraire, nous avons trouvé un *Mycogone* et un *Verticillium* associés. La question de l'existence de deux parasites distincts semblait donc résolue négativement. En réalité, elle était plus complexe qu'on ne pouvait être tenté de le supposer au début.

En examinant attentivement les parasites qui fructifiaient tardivement sur les Champignons malades présentant soit la forme commune, soit la forme sclérodermique, nous découvrîmes deux fructifications :

1° La forme *commune* à feuillets développés et ondulés présentait au début sur ses feuillets un *Verticillium à grandes spores*, puis plus tard le *Mycogone* sur le pied, le chapeau et les feuillets ;

2° La forme *sclérodermique* à pied tuberculeux, à tête réduite ou nulle, n'offrait d'abord aucun appareil reproducteur, elle se couvrait tardivement d'un *Verticillium à petites spores*.

Ces résultats, vérifiés dans un nombre considérable de cas, tendaient donc à prouver qu'il y avait en réalité deux maladies, malgré l'analogie des formes *Verticillium*. Les cultures, en effet, du *Verticillium* à petites spores ne ressemblaient en rien aux cultures de *Verticillium* à grosses spores.

Nous découvrîmes heureusement quelques formes sclérodermiques chez lesquelles nous vîmes coexister le *Verticillium* à petites spores avec le *Mycogone* accompagné du *Verticillium* à grosses spores. Il n'y avait donc qu'une seule et même maladie.

La question de *spécification* était intéressante à examiner. Le *Mycogone rosea*, qu'on pouvait être tenté d'identifier avec notre parasite, a des spores plus grosses et une couleur vineuse. Je suis revenu ultérieurement (1) sur cette question du *Mycogone rosea*, sur lequel il pouvait rester des doutes. Ayant reçu une Oronge sur laquelle le *Mycogone rosea* s'était développé, j'en entrepris la culture et, pendant plusieurs générations, je comparai les deux *Mycogone* entre eux.

Je trouvai des différences constantes dans les dimensions des chlamydospores.

Quant à la coloration des chlamydospores, elle est bien rose en culture, et indépendante de la couleur rose ou rouge de l'Agaricinée sur laquelle le *Mycogone rosea* végète normalement (*Amanita cæsarea*, *rubescens*, *Inocybe Trinii* qui sont roses en effet). J'ai insisté sur ce point, afin de montrer combien les déterminations sont souvent délicates en mycologie.

Nous avions conclu, M. Dufour et moi, que le parasite du Champignon de

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1893, p. 84 (n° 63).

couche était le *Mycogone perniciosa* de Magnus; bien que cet auteur, qui n'avait pas fait de cultures du parasite du Champignon, ait décrit les chlamydospores comme blanches, elles prennent rapidement en milieu stérilisé des teintes *avellanus* et *umbrinus*.

Un autre point résultait de nos études : ce que les champignonnistes appellent le *Chancre*, et qu'ils considèrent comme une affection spéciale, est simplement la Môle.

Importance. Extension. — Ayant fait ainsi des études assez complètes sur la cause de la maladie, nous avons recherché, par une enquête étendue chez un grand nombre de cultivateurs de la région parisienne, quelle était l'importance du mal. Nous apprîmes ainsi que, dans les conditions les plus ordinaires de la culture, le nombre des individus malades est le dixième, quelquefois le quart des individus sains. Dans quelques cas, l'extension du mal est encore plus grande, il est alors une calamité. Comme, d'après la statistique de M. Loubrieu, inspecteur des Halles, il se vend 12.000 kilogrammes de Champignons par jour sur le marché des Halles seulement, l'importance de la Môle devenait très appréciable.

Nous étudiâmes la distribution des Champignons ayant la Môle sur les meules. Si la maladie sévit d'une manière peu intense, la distribution est irrégulière; mais, dans les grandes épidémies, la maladie peut s'étendre sur tout un fond de carrière et il nous a été donné de constater quelques-uns de ces cas. L'époque d'apparition du mal varie et, quand les meules sont infestées dès le début, c'est un symptôme très inquiétant.

Nous avons, à plusieurs reprises, entendu dire aux champignonnistes qu'il ne se développait pas de Môles quand on cultivait le Champignon à l'air. Ceci est exagéré, car on connaît des invasions de *Mycogone* pour les espèces de forêts; cependant une part importante dans l'extension du mal doit être attribuée à la culture en carrière.

Nous savions, en outre, que les praticiens prétendent que la culture en *carrières neuves* se fait sans maladies. J'ai eu, en 1892, l'occasion de faire une observation intéressante, à ce sujet, chez un industriel d'Auvers-sur-Oise (1). La culture se faisait simultanément, au moment de ma visite, dans une carrière neuve, qui se trouvait loin de toute contamination, et dans une carrière vieille.

L'éloignement de ces deux carrières éliminait les dangers de contamination par les courants d'air et les insectes. Le seul danger à craindre était la contamination : 1° par les ouvriers; 2° par le blanc. Les résultats fournis par la comparaison des cultures de ces deux carrières étaient presque ana-

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1893, p. 81 (n° 60).

logues à ceux d'une expérience. Ils me parurent mériter de fixer l'attention. Je constatai ainsi :

1° Qu'il n'y avait pas de maladie dans la carrière neuve ou en quantité si faible qu'elle est presque négligeable : 1 kilogramme de Champignons malades sur 6.000 kilogrammes de Champignons sains. Au lieu de cela, dans la cave anciennement livrée à la culture, il y avait 900 kilogrammes de Môles sur 6.600 kilogrammes de récolte sans maladie.

2° La production s'était prolongée pendant un mois de plus dans la carrière neuve.

3° La récolte par mètre de meule y était plus élevée.

Nous nous sommes demandés, M. Dufour et moi, s'il y avait lieu d'espérer arriver à arrêter l'extension du mal et nous avons étudié les *conditions physiques de son développement.* Le parasite est peu redoutable dans les grandes carrières froides. Les industriels qui, pour arriver à avoir une récolte plus précoce, échauffent leur carrière en introduisant dans les parties laissées libres par la culture une grande quantité de fumier, sont exposés à de graves mécomptes. En outre, dans l'air confiné, la maladie est beaucoup plus redoutable que dans l'air renouvelé, et il est très important d'aérer les fonds de carrière : l'aération des caves est donc un des problèmes les plus importants pour le cultivateur.

La *propagation* de la maladie se fait par les insectes, par les ouvriers. Une habitude néfaste à éviter consiste à ne pas arracher les Môles, à les laisser sur la meule ou à les arracher sans les enlever de la carrière. Les Champignons malades enlevés jeunes ne sont pas encore couverts des spores des parasites ; quand on les laisse vieillir, ils sont rapidement couverts de fructifications de *Verticillium* et ils contribuent puissamment à propager la maladie.

Les *remèdes employés par les champignonnistes*, au moins par les plus expérimentés d'entre eux, étaient : 1° le nettoyage des carrières ; 2° les interruptions de culture. Ils enlevaient après chaque culture tous les débris de fumier, ils grattaient le sol ; quelques-uns faisaient des aspersions d'eau de chaux. L'interruption de la culture durait souvent trois années.

Reproduction expérimentale de la Môle. — Il restait, pour compléter les recherches qui viennent d'être exposées sur la Môle, à tenter de reproduire expérimentalement la maladie (1). J'y suis parvenu de deux manières.

J'ai d'abord vérifié par moi-même l'absence de parasite dans la culture sur les places neuves. J'ai cultivé le Champignon de couche en quatre points dépendant de mon laboratoire (hangar, atelier, serre, cave) où l'on n'avait jamais fait pousser de Champignons. Sur aucun de ces points, je n'ai vu

(1) *C. R. de la Soc. de biol.*, 1892 (n° 47). — *C. R de l'Acad. des sc.*, 6 mars 1893, t. CXVI, p. 529 (n° 55).

apparaître de Môles; cependant le fumier, le blanc, la terre venaient des champignonnistes chez lesquels la maladie sévit avec intensité.

Ce premier résultat établi, je suis parvenu à inoculer le mal à une face d'une meule en versant dessus les conidies du *Verticillium* à petites spores; j'ai obtenu la forme commune de la maladie avec *Verticillium* et *Mycogone*. La seconde face de la meule et deux meules voisines sont restées saines.

J'ai opéré d'une manière très différente, en expérimentant cette fois non plus dans mon laboratoire, mais dans une cave de champignonniste. On pourrait être tenté de penser que je m'exposais ainsi à une objection : l'apparition de la maladie ne serait-elle pas due, dans ce cas, à ce qu'elle sévit normalement dans les caves de tous les cultivateurs? Cette objection est sans valeur à cause de la netteté saisissante du résultat.

Dans une carrière à Champignons où toutes les meules avaient été couvertes de terres nouvelles, j'ai fait *dénuder six places*, séparées les unes des autres par des terres fraîches. Sur ces six places, ayant environ un mètre chacune, j'ai fait mettre des dégobtures (on désigne ainsi les vieilles terres ayant servi dans les cultures précédentes).

Le résultat a été frappant. Sur toutes les meules couvertes de terres nouvelles, il n'y avait *pas un seul* Champignon atteint de la maladie de la Môle, et cela sur une grande étendue de carrière (il s'agissait de la première volée de Champignons). Au contraire, sur les six lots couverts de vieilles terres, on pouvait presque dire qu'il n'y avait *pas un Champignon sain*. Tous les Champignons de ces six lots étaient malades et il y en avait bien environ une centaine sur chaque part.

La maladie produite ainsi expérimentalement prenait même des caractères intensifs qu'on observe bien rarement et que, pour ma part, je n'avais jamais vérifiés. Sur trois de ces lots, tous les Champignons malades étaient soudés entre eux à la base sur une longueur de 10 à 12 centimètres, et de plus la meule était couverte d'une masse informe, blanche, bosselée, de 7 à 10 centimètres d'épaisseur, sur laquelle se dressaient de très nombreuses têtes de Champignons atrophiés.

Il était impossible de voir un spectacle à la fois plus instructif et plus saisissant.

On voit, d'après ce qui vient d'être dit, combien la maladie épuise la meule : les blocs énormes de matière fongique qui se produisent ainsi et que je viens de décrire, se forment très rapidement; le nombre des Champignons atrophiés est beaucoup plus grand que sur la partie saine de la meule. La puissance reproductrice de la meule se trouve épuisée très vite et l'on s'explique ainsi ce fait, que j'ai rapporté plus haut, qu'une culture atteinte par la maladie dure moins longtemps qu'une culture saine.

Une autre conclusion est à déduire de ces essais, c'est qu'il suffit qu'il y ait des germes dans la partie *superficielle* de la meule pour que la maladie se manifeste. C'est au moment où les petites fructifications se forment que la maladie envahit l'Agaric, quand le blanc sort du fumier.

Action des antiseptiques sur le parasite de la Môle. — Avant de commencer des expériences en grand pour combattre la maladie du Champignon de couche, il était indispensable de chercher quels antiseptiques pouvaient être utilement employés contre le parasite dont nous possédions des cultures pures.

Nous avons commencé ces recherches, M. Dufour et moi (1), en essayant le mode d'action de l'acide sulfureux. Nous opérions de la façon suivante : Dans une pièce de laboratoire hermétiquement close de 90 mètres cubes, nous brûlions du soufre en fleurs, placé sur des tourtières, à la dose de 30 grammes par mètre cube. L'action du gaz sur les Champignons parasites durait vingt-quatre heures pour chaque expérience.

Nos essais étaient faits de diverses façons.

Nous exposions nos tubes de culture dans la chambre ensoufrée, puis après vingt-quatre heures d'action du gaz délétère, nous faisions des semis à l'aide de nos cultures traitées. Aucun *Mycogone* ni *Verticillium* n'a germé.

D'autre part, des spores étaient semées sur pomme de terre et, avant que la germination ne se produisît, on plaçait les tubes de culture dans la chambre à acide sulfureux. Après vingt-quatre heures, on portait ces tubes à l'étuve. Jamais aucun développement ne s'est produit dans ces circonstances.

Nous avons conclu que l'acide sulfureux exerce un effet destructeur énergique sur les spores du parasite.

L'emploi de l'acide sulfureux n'était applicable, évidemment, que pour des carrières isolées ; aussi, dans un second travail (2), avons-nous cherché le mode d'action d'un certain nombre d'autres antiseptiques : lysol, thymol, acide borique, lait de chaux, sulfate de cuivre, bisulfite de chaux.

Avec le lysol, nous avons employé deux méthodes : 1° en opérant avec des milieux nutritifs additionnés de lysol ; 2° en essayant l'action directe du lysol sur les spores, soit par la méthode de l'immersion des cultures, soit par la méthode de la pulvérisation à l'aide d'un pulvérisateur à poire de caoutchouc et à récipient de verre.

Sans insister sur tous les résultats auxquels nous sommes arrivés, je noterai seulement que nous avons constaté que le lait de chaux qu'emploient

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIX, p. 143 (n° 46).

(2) *Revue gen. de bot.*, t. V, p. 497 (n° 58). — *Associat. franç. pour l'avanc. des sciences*, Pau (n° 45).

les champignonnistes dans leurs carrières, ne saurait être conseillé pour la destruction de la Môle. Le sulfate de cuivre peut-être employé à la dose de 2 p. 100 et l'acide borique à saturation, le thymol à 2,5 p. 1000, le lysol à 2 p. 100.

Je reviendrai plus loin sur les expériences faites en grand, en partant des données précédentes.

Le Chanci, maladie du blanc de Champignon (1).

J'ai pu voir sur place une meule de maraîcher qui présentait la maladie appelée *Chanci*. C'était dans la litière qu'elle s'était développée. La chancissure ou moisissure existait surtout dans les parties périphériques de la meule, mais elle peut se développer plus profondément. L'aspect d'un fumier présentant le Chanci est peu différent de celui qui est recouvert de blanc de Champignon, de sorte qu'*a priori* il est assez difficile de distinguer le bon du mauvais blanc. Heureusement l'odorat est un guide sûr pour reconnaître le blanc à proscrire ; si on examine le mycélium quand il est frais, au lieu du parfum délicat et agréable que présente le *Psalliota campestris*, une meule qui contient le Chanci a une odeur forte, désagréable, pénétrante.

Le Chanci existe surtout chez les maraîchers qui fabriquent le blanc, mais il peut se montrer dans les carrières ; il apparaît au voisinage de puits d'air, là où la température est plus basse que dans le reste des caves.

Lorsqu'on vient à ensemencer une meule avec du blanc qui contient le Chanci, le mycélium du *Psalliota* peut quelquefois se développer, s'il triomphe dans la lutte contre cette maladie ; mais, même quand la récolte est possible, elle est singulièrement diminuée et la moisissure est, à juste titre, redoutée des champignonnistes.

L'examen microscopique du parasite me révéla que le Chanci était un mycélium stérile, rampant à la surface des hyphes plus larges du *Psalliota*. Tous les champignonnistes que j'avais interrogés sur cette maladie ne la connaissaient que sous cette forme mycéliale. J'ai donc cru pendant un certain temps que le parasite se maintenait indéfiniment à l'état stérile, comme le Pourridié ou d'autres Cryptogames analogues.

Mais, ayant étudié le Chanci dans mon laboratoire, je vis se développer au bout de quelque temps de petits Agarics blancs qui restèrent à l'état de jeunes ébauches de quelques millimètres de haut. Il se développa ainsi une cinquantaine de petits Champignons. Depuis cette époque, je me suis procuré à plusieurs reprises du Chanci, je l'ai traité de la même façon et *toujours*

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1892, p. 153 (n° 50).

j'ai vu se développer les mêmes fructifications en abondance. Il n'y avait aucun doute : c'était ce petit Agaric qui était l'auteur des dégâts signalés par les champignonnistes.

Sur quelques cultures de laboratoire ainsi faites, j'ai eu un développement un peu plus grand et j'ai reconnu un *Clitocybe*, probablement le *C. candicans*.

Ce résultat me rappela un fait rapporté par Roumeguère : un industriel des environs de Clermont-Ferrand, ayant cherché à utiliser une carrière, imagina d'y cultiver des Champignons. Il acheta le blanc et vit se développer sur la couche, au lieu du *Psalliota*, un *Clitocybe* blanc.

A ce propos, l'industriel demandait à Roumeguère s'il n'y avait pas lieu de penser à une fraude. La réponse de ce mycologue était, on le conçoit, évasive. Après la découverte que j'ai faite, si un fait semblable se produisait maintenant, on pourrait conclure avec plus de certitude.

Une autre conséquence se déduisait de ces résultats ; c'est que l'on pourrait, si l'on voulait, cultiver le *Clitocybe* aussi bien que le *Psalliota* et il y a lieu d'espérer que l'on parviendra un jour à obtenir par la méthode des champignonnistes d'autres espèces comestibles.

Les oreilles de chat (1). — J'ai observé ultérieurement chez un cultivateur une autre Agaricinée adventice, qui se développait sur les meules ; il la désignait sous le nom d'Oreille de chat. C'était le *Pleurotus mutilus* qui s'étendait peu sur les meules et formait des touffes correspondant aux places des mises du blanc. C'était une seconde espèce de chancissure.

La Goutte, maladie du Champignon (2).

La Goutte est une maladie beaucoup moins répandue que la Môle et moins anciennement connue ; elle n'a été remarquée que depuis douze à quatorze ans. J'ai été le premier à l'étudier scientifiquement. Plusieurs industriels ne la connaissent que par ouï-dire et ne savent pas la caractériser. Elle n'existe pas d'une manière continue ; elle disparaît souvent d'une carrière pendant un certain temps, puis réapparaît inopinément et peut devenir quelquefois très redoutable, envahir tout un plancher et détruire une partie notable de la récolte. Il peut y avoir des *blancs goutteux*.

Caractères externes. — Les caractères de la maladie sont assez nets, même quand on se contente de regarder le Champignon en place sur la meule. On voit perler à la surface du chapeau et du pied des gouttelettes de grosseur variable, depuis la taille d'une tête d'épingle jusqu'à celle d'un petit pois. La

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1893, p. 89 (n° 62).

(2) *C. R. des seances de la Soc. de biol.*, 1892 (n° 48). — *Revue gen. de bot.*, t. VI (n° 65).

teinte de ces gouttes n'est pas constante, elles sont incolores ou légèrement gris jaunâtre. C'est à ce caractère purement extérieur que les champignonnistes reconnaissent le mal et justifient son nom.

Ce caractère est transitoire et il disparaît rapidement quand le Champignon est cueilli. On reconnaît alors l'individu malade, soit aux petites taches brunes du chapeau ou à de larges taches verdâtres ou même jaune vif, soit enfin à la viscosité de la surface de tout le Champignon, principalement du chapeau.

Jamais le Champignon n'est atrophié ni déformé : il devient aqueux, hygrophane, turgescent et dur, d'un poids élevé. Les Champignons malades sont rejetés, ils se gâtent rapidement et ne seraient pas acceptés aux Halles.

Caractères internes. — Si l'on coupe en long un individu malade, on remarque une zone superficielle translucide, légèrement verdâtre, d'un vert d'eau, qui s'étend quelquefois partout, mais qui est d'ordinaire localisée. Cette même teinte vert d'eau s'observe aussi sur les feuillets. A côté de la partie verte, on distingue des parties brunes. Le reste de la chair est d'une couleur normale.

Origine du mal. — Le Champignon sorti de la carrière est fréquemment gluant; quand on le place sous cloche dans le laboratoire, on voit cette partie visqueuse s'accroître et se transformer en une masse glaireuse épaisse, gris jaunâtre, qui existe le plus souvent sur tout le chapeau.

La cause de cette affection n'est pas une moisissure. En faisant des prises, dans des conditions de pureté, dans la chair d'apparence intacte du Champignon, je n'ai trouvé aucun parasite. J'ai fait de même sans aucun résultat des prises sur la chair brun foncé du chapeau. Dans la partie brune d'un individu goutteux jeune, j'ai obtenu des bactéries.

Toujours j'ai obtenu des bactéries dans les cultures, qui avaient été faites dans la chair prise au voisinage de la région superficielle. La Goutte est donc une maladie superficielle, due à une bactérie, qui émet une sécrétion qui rend la surface du Champignon translucide (ce caractère s'observe en culture sur pomme de terre) et arrête la transpiration. L'eau qui afflue dans le *Psalliota* remplit toutes les cavités, rend l'Agaric turgescent et dur, puis l'excès d'eau vient perler à la surface en gouttelettes, comme lorsqu'à la chute du jour, par suite de l'abolition de la chlorovaporisation, il se produit des phénomènes de transsudation chez les plantes vertes.

Vert-de-gris et plâtre (1).

(*Maladies du blanc de Champignon.*)

A côté du Chanci, j'ai défini le premier deux autres maladies du blanc du Champignon : le Vert-de-gris et le Plâtre.

I. Lorsqu'un champignonniste lève un blanc atteint de *Vert-de-gris*, il peut observer sans difficulté, parmi les cordons mycéliens du *Psalliota*, de petits glomérules d'un jaune franc, ou d'un jaune légèrement verdâtre. Lorsque le parasite est jeune, il n'a pas sa teinte définitive, il est blanc et il peut quelquefois garder longtemps cette teinte. Aussi arrive-t-il que certains champignonnistes regardent cet état blanc comme une maladie distincte du Vert-de-gris. L'emploi du microscope, ou simplement l'examen attentif du fumier suspect, les empêcherait cependant aisément de voir deux affections là ou il n'y a qu'un parasite.

L'étude microscopique nous a révélé, à M. Matruchot et à moi, une Mucédinée inconnue que nous avons désignée sous le nom de *Myceliophthora*, qui se présente sous deux modes de reproduction, des conidies et des chlamydospores.

Ces chlamydospores se logent dans les anfractuosités des brindilles de paille ou des parcelles de bois du fumier ; par là, ces organes déjà enkystés se trouvent doublement protégés contre les atteintes du dehors : ce sont de véritables organes de conservation. On voit, d'après cela, combien pourra être difficile, à un moment donné, la recherche de la maladie *à l'œil nu*, si celle-ci n'existe qu'en germe et sous forme de chlamydospores enfouies dans les cavités de la paille. L'œil du praticien le plus expérimenté pourra s'y tromper.

En semant le Vert-de-gris avec le blanc du *Psalliola*, nous avons constaté : 1° que le Vert-de-gris se développe plus abondamment que lorsqu'il est seul ; 2° que ses filaments rampent à la surface des cordons du blanc et y forment un réseau touffu ; 3° que le blanc paraît souffrir de ce voisinage et se développe moins bien.

II. Le *Plâtre* se présente sous l'aspect d'une croûte pulvérulente due à la moisissure, cause de la maladie. Ces croûtes s'observent soit à la surface du fumier, soit sur la terre qui recouvre les meules, soit au centre même des meules.

L'étude microscopique et les cultures nous ont révélé l'existence d'une Mucédinée nouvelle, le *Monilia fimicola*.

(1) *C. R. de l'Ac. des sc.*, t. CXIV, p. 849 n° 51). — *Revue gen. de bot.*, t. VI, p. 289 (n° 65).

Grâce à l'emploi du blanc de Champignon stérilisé, dont il sera question plus loin, nous avons pu déterminer exactement l'origine du *Vert-de-gris*; c'est du fumier lui-même que cette maladie tire son origine. Pour s'en garer, il nous a paru qu'il serait utile d'employer le blanc stérilisé et de désinfecter les places où l'on manipule le fumier, ainsi que les outils qui servent à le travailler.

Importance économique des maladies du blanc. — On ne possédait pas de données sur l'extension et l'importance économique des maladies du blanc. Nous avons fait une enquête assez étendue sur ce sujet et nous sommes arrivés à nous convaincre que le Vert-de-gris existait partout et était de beaucoup le plus commun; nous avons constaté sa présence dans les carrières les plus diverses. Le Chanei paraît moins répandu; il se développe beaucoup chez les maraîchers et dans les caves hautes et spacieuses mais froides du département de Seine-et-Oise. Le Plâtre produit quelquefois de très grands ravages, comme cela est arrivé en 1871.

Jusqu'ici personne n'était à même de dire exactement dans quelle proportion les maladies du blanc réduisaient les récoltes. Pour nous renseigner sur ce point, nous avons fait les expériences suivantes :

Une première meule a été inoculée avec du blanc sain;

Une deuxième meule a été inoculée avec un mélange de blanc sain et de blanc vert-de-grisé;

Une troisième meule avec un mélange de blanc sain et de blanc chanei.

Les récoltes pour les mêmes longueurs de meule ont été dans ces trois cas : 1.540 gr., 475 gr., et 900 gr.

C'est donc le Vert-de-gris, affection la plus commune, qui amène la plus grande diminution du rendement.

En inoculant les meules avec du blanc atteint de chanei seul, nous avons récolté 262 gr. sur la même longueur que précédemment.

Les premiers essais avaient été faits en carrière; nous en avons entrepris d'autres en plein air, et nous avons constaté encore une atténuation considérable de la récolte, qui pouvait même être complètement nulle avec un blanc vert-de-grisé seul.

Nous verrons plus loin comment on peut combattre efficacement toutes ces maladies.

Parasites animaux du Champignon (1).

A côté des Cryptogames qui ont été ainsi étudiés longuement dans les

(1) *C. R. de l'Ac. des sc.*, t. CXIV, p. 849 (n° 51). — *Bull. de la Soc. mycol.*, 1894, p. 101 (n° 67) — *Bull. de la Soc. mycol.*, 1893, p. 84 (n° 64).

mémoires précédents, je dois mentionner un certain nombre d'animaux nuisibles au Champignon de couche.

I. Au premier rang doit être cité le *Moucheron* (*Sciara ingenua*), Diptère qui m'a été déterminé par M. Giard. Il se développe avec une telle rapidité dans certaines carrières que la place doit être abandonnée pendant deux ou trois ans, immédiatement après une seule culture.

Lorsque l'Insecte attaque la meule, couverte déjà de terre, ses dégâts ne sont pas trop grands, mais il est très redoutable quand il s'abat avant le gobtage sur une couche pour y pondre. Dans ce cas le fumier de la meule et le blanc qui s'y trouve sont coupés, hachés par les larves et la récolte est nulle.

On peut combattre ce *Sciara* par la désinfection des caves.

II. *Suisse* (*Aphodius fimetarius*). — Parmi les autres animaux qui se rencontrent communément dans les carrières, on peut citer un petit Coléoptère lamellicorne de 3 millimètres de long, à tête et thorax noirs, à élytres marron roussâtre. Son nom est *Aphodius fimetarius* et les champignonnistes l'appellent vulgairement le *Suisse*. Il n'existe pas d'une manière continue dans les carrières et il ne fait pas de ravages dans toutes, mais son action, bien que limitée, n'en est pas moins redoutable dans certains cas. Dans une carrière où je l'ai vu envahir un carré et tout détruire, il s'était manifesté au même endroit deux ans avant. On remarque souvent, sur la terre qui recouvre les meules, des sillons obliques qui ne sont autres que les tranchées que creuse l'Insecte. Quand on remarque ceci, on sait que l'*Aphodius* n'est pas loin. Il rampe à la surface des meules dès le début de la culture. Quand les meules devraient être en plein rapport, elles sont percées d'une multitude de petits trous, et la récolte est presque totalement perdue. Il agit en coupant les filets de blanc et en isolant les ébauches de fruits, qui se flétrissent et meurent. Il contribue à dégobter les meules.

Moins fréquemment que l'espèce précédente, on rencontre aussi l'*Aphodius subterraneus*.

III. *Curé* (*Pristonychus terricola*). — Ce Carabique, très commun dans les carrières, est carnassier et il ne paraît pas nuisible au Champignon. Les praticiens regardent sa présence comme de bon augure. Un Staphylin, le *Philontus atratus* ne paraît pas en général à craindre.

IV. *Mite* (*Gamassus fungorum*). — Les Acariens sont, au contraire, beaucoup plus redoutables; le *Gamasus* détruit un grand nombre de Champignons et se développe dans toutes les carrières. Il ne s'oppose pas au développement du chapeau, mais le perfore dans tous les sens.

V. *Tyroglyphus mycophagus*. — A la fin de 1893, j'ai visité, à Montrouge, une carrière contenant un grand nombre de Champignons malades, nor-

malement conformés, mais restant petits; leur surface était couverte d'une teinte brune quelquefois partielle, souvent totale. M. Mégnin découvrit une larve hypopiale de *Tyroglyphus mycophagus*. Ce parasite ne paraît pas commun, mais il peut, dans certains cas, nuire beaucoup aux cultures. D'après l'opinion du praticien qui m'a fait constater les dégâts dus à cet animal, le mal avait été importé dans la cave par un blanc de Champignon impur. L'emploi du blanc pur et vierge eût permis d'éviter ce fléau.

II. — PATHOLOGIE ANIMALE

Déjà, en 1888, en publiant mon ouvrage sur les Mucédinées simples, mon attention avait été attirée sur l'intérêt que peut présenter l'étude des Champignons pathogènes. J'ai hésité longtemps à aborder cette branche de la Mycologie; mes recherches de pathologie végétale avaient absorbé d'ailleurs la plus grande partie de mon temps. C'est seulement dans ces derniers temps que j'ai commencé à m'orienter dans cette voie qui paraît devoir être féconde.

Pneumomycose d'un chat (1).

Un cas de pneumomycose observé sur un chat par M. Neumann, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, m'a paru très intéressant. En faisant l'autopsie de l'animal, il fut constaté qu'une moisissure s'était développée dans la trachée de cet animal et que la mort avait dû se produire par asphyxie.

L'examen microscopique du Champignon m'a révélé l'existence de filaments et de deux sortes de spores : de grosses spores rondes, à parois échinulées et de petites spores à parois lisses.

Les premiers éléments hérissés de pointes sont bien des spores et non pas des sporanges, comme M. Neumann en a eu un instant la pensée; elles étaient isolées des filaments qui avaient dû les produire; il eût donc été difficile de se prononcer sur leur nature si quelques-unes n'avaient pas été en germination.

Chaque spore produisait, par déchirure de l'exospore, un seul tube germinatif, qui était d'abord simple et se ramifiait au bout de peu de temps. J'ai pu suivre de pareils tubes sur une très grande longueur et je n'ai pas vu de cloisons transversales. L'aspect de ces gros filaments riches en protoplasma, non cloisonnés, m'a fait tout de suite penser à une Mucorinée. C'étaient, en effet, des chlamydospores de *Mortierella*.

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1892, p. 59 (n° 49).

Les petites spores étaient lisses, et les filaments qui s'y rapportaient cloisonnés ; il y avait donc une deuxième moisissure. Ces deux Champignons ont-ils contribué tous deux à donner la mort ? C'était un point sur lequel il était difficile de se prononcer. Il y avait cependant lieu de penser que la Mucorinée, avec son rapide développement ordinaire, n'avait pas été étrangère à l'asphyxie. Il s'agissait évidemment d'un *Mortierella* nouveau donnant des stylospores, car les espèces ordinaires ne sont pas capables de se développer à haute température.

Favus, maladie cryptogamique (1).

Il existe depuis longtemps un débat entre les différents médecins et vétérinaires relativement à l'autonomie du Favus de la poule. On sait que l'affection favique est caractérisée par l'existence de godets qui s'observent sur des plages de la peau où le Champignon se développe.

M. Mégnin, qui a observé le Champignon du *Favus* de la poule, l'a désigné sous le nom d'*Epidermophyton Gallinæ*, et l'a regardé comme bien distinct du Favus de l'homme. M. Neumann pensait, au contraire, qu'il n'y avait pas lieu de distinguer ces deux parasites.

M. Sabrazès m'a prié de comparer l'*Achorion Schönleinii* et l'*Epidermophyton*. J'ai soumis ces plantes à des cultures et je suis arrivé à cette opinion qu'il s'agissait bien de deux Champignons distincts.

L'étude de cultures sur pomme de terre me fit découvrir chez l'*Epidermophyton* de grands articles allongés ils étaient cloisonnés transversalement cinq à six fois. J'eus l'idée que j'avais affaire à une spore d'une Mucédinée phragmosporée. En effet, je remarquai que quelques-uns de ces articles étaient portés sur un pédicelle très étroit. Quant à l'aspect de la moisissure sur le milieu précédent, il rappelle beaucoup plus celui des Teignes que celui des Favus : c'est une croûte farineuse, blanche, mamelonnée, dont les mamelons se fendent à la fin.

Cet aspect est très différent de celui des cultures de Favus de l'homme, que je pus observer venant de M. Sabrazès. Les semis que j'ai pu faire sur la carotte et la gélose donnent une masse comme gélatineuse, mais de consistance assez ferme et de couleur et d'aspect d'ambre, à contours nets, composée de grosses vésicules ou chapelets irréguliers.

Sur gélatine, j'ai obtenu des résultats analogues. Sur bouillon de veau, j'ai vu se produire des spores intercalaires.

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1893, p. 166 (n° 52). — *C. R. de la Soc. de biol.*, 13 mai 1893 et *Arch. de méd. expér. et d'anatomie pathol.*, 1er mai 1893 (n° 58).

Des chlamydospores cloisonnées peuvent s'observer dans d'autres cas que j'ai pu observer grâce à M. Sabrazès et à M. Sabouraud :

1° Dans un cas d'Herpès circinné, s'éloignant du Favus par l'absence de godets, le parasite observé sur l'homme et qui s'inocule à l'homme présente des chlamydospores pluricellulaires. On a donc ici un Champignon qui se rapprocherait plutôt des Teignes et qui présente une analogie frappante avec le Favus de la poule.

Le Champignon qui produit la maladie de la poule n'est cependant pas une Teigne, car, comme l'a prouvé expérimentalement M. Sabrazès, il peut produire sur la souris de véritables godets.

On voit cependant d'après cela que les caractères extérieurs des maladies, présence ou absence de godets, n'ont pas l'importance prépondérante qu'on leur a donnée jusqu'ici.

2° Dans une culture de Teigne que j'ai pu faire, grâce à M. Sabouraud, j'ai découvert également des chlamydospores cloisonnées transversalement, analogues aux précédentes. Il est vrai qu'elles sont fréquemment accompagnées chez ces plantes, d'appareils conidiens rappelant les *Sporotrichum* et de formes bourgeonnantes vésiculeuses.

Ce sont ces dernières formes, dont la ressemblance avec le genre *Blastomyces*, que j'ai décrit plus haut, m'a frappé récemment ; cette remarque confirme l'intéressante découverte de MM. Matruchot et Dassonville de l'affinité des Trichophytes avec les Gymnoascées.

Les recherches récentes et approfondies de MM. Matruchot et Dassonville sur le Favus de la poule ont confirmé mes prévisions sur l'autonomie de ce parasite.

M. Sabrazès et moi avons repris et résumé ces différences. Nous avons constaté que le Favus de l'homme [*Achorion Schönleinii* (Reinak), *Oospora porriginis* (Mont, et Berk) Sacc.] se présente le plus ordinairement en culture sous la forme de croûte saillante, de contour nettement défini et légèrement translucide, rappelant un peu la cire ou l'ambre. Assez rarement, cet aspect se modifie un peu, quand l'atmosphère est humide ; un mycélium en arborisation apparaît sur le substratum et sur les côtés de la croûte qui perd son contour net.

Le mycélium peut se ramifier dichotomiquement. Il présente ce que nous avons appelé des gemmes. Ce sont des cellules ovoïdes, souvent peu différenciées des cellules végétatives, mais qui, dans quelques cas, se disposent en chapelets allongés et ramifiés. Ces éléments sont rarement sphériques, ordinairement aplatis ou allongés. Les chapelets sont courts. Dans les vieilles cultures, les gemmes s'accroissent beaucoup, prennent une teinte ocracée et se flétrissent, présentant l'aspect d'outres vides.

Favus du chien. — La culture se développe bien à 12 ou 13°, ce qui n'arrive pas pour le Favus de l'homme; elle ne présente jamais l'aspect de croûte cireuse signalée plus haut. Le contour n'est pas nettement défini, c'est une culture envahissante dont la partie superficielle est soit poudrée, soit tomenteuse.

Le mycélium a des caractères distincts. Il ne présente pas les terminaisons renflées et ramifiées dichotomiquement; des fragments de filaments arrondis aux extrémités peuvent s'isoler. Le mycélium prend une teinte violacée. Il produit des gemmes, affectant la disposition en longs chapelets; ces derniers font transition vers les spires. Nous avons proposé le nom provisoire d'*Oospora canina* pour ce type.

Les caractères différentiels précédents se maintiennent après passage sur la souris, l'homme et le chien.

Ces Champignons sont encore évidemment très imparfaitement connus; il y a lieu d'espérer que les études de cas variés les feront mieux connaître; les résultats actuels laissent entrevoir, malgré des différences incontestables, des affinités biologiques remarquables.

Rhizomucor parasite de l'homme (1).

(*Pseudo-tuberculose.*)

Les maladies dues à des Champignons commencent à tenir une place grandissante dans le domaine de la médecine. On a longtemps regardé la présence de moisissures sur les cadavres comme sans importance, mais les cas de mycoses ont été en se multipliant beaucoup depuis la première observation de Mayer, en 1815.

Ce sont d'abord des Aspergillées qui ont été signalées comme produisant des pseudo-tuberculoses, mais dans ces dernières années, la place des Mucorinées est devenue notable. En 1876, Fürbringer a observé un *Mucor* à la dissection chez un individu mort d'un cancer généralisé à l'estomac, à la peau, au péricarde, au foie, au mésentère et à l'intestin. Les recherches expérimentales de M. Lichtheim et de M. Lindt prouvèrent que certaines Mucorinées peuvent être expérimentalement pathogènes pour des animaux de laboratoire; mais, comme ils les avaient trouvées sur du pain, ils ne leur attribuèrent qu'une importance secondaire. En 1885, M. Paltauf a observé un cas très intéressant d'un malade dont on avait suivi l'histoire et qui, à l'autopsie, présenta une mycose généralisée, due à une Mucorinée.

(1) *C. R. de l'Acad. des sc.*, t. CXXIX, p. 1031 (n° 85). — *Revue gén. de bot.*, XII, p. 81 (n° 86).

A côté des observations de M. Fürbringer et surtout de M. Paltauf, qui sont décisives, on peut mentionner celles de Bollinger, Schütz, Reinhardt, Zürn, Herla qui prouvent que l'importance des Mucorinées parasites de l'homme et des animaux est loin d'être négligeable.

Une étude d'un parasite nouveau de l'homme va confirmer cette présomption.

Au mois de novembre 1898, une femme d'une trentaine d'années, atteinte depuis plusieurs mois d'une affection à marche lente des voies respiratoires qui la faisait tousser, cracher, souffrir et maigrir, vint consulter le docteur Lambry, médecin à Courtenay (Loiret). Celui-ci, en raison des renseignements donnés par la malade (qui avait soigné un an avant une sœur morte de tuberculose), en raison des signes cliniques relevés à l'auscultation du sommet des poumons, pense à l'existence de la phthisie. L'examen des crachats révèle l'existence de spores d'un Champignon et pas de bacille de Koch. Des cultures faites sur liquide Raulin ont donné une Mucorinée qui était nouvelle. A la suite d'un traitement arsenical (appliqué déjà pour l'aspergillose par M. Lucet et M. Renon), le Champignon a disparu progressivement et la malade s'est remise peu à peu et, au rétablissement complet, il n'y avait plus de parasite.

Caractère du parasite. — Ce Champignon nouveau que nous avons étudié, M. Lucet et moi, se distinguait des quatre Mucorinées pathogènes décrites par M. Lichtheim et M. Lindt, par l'existence de rhizoïdes qui le rapprochaient des *Rhizopus* et par la ramification des pédicelles fructifères qui établissaient sa parenté avec le genre, *Mucor*. Nous en avons fait une section nouvelle de ce dernier genre, à laquelle nous avons donné le nom de *Rhizomucor*. Ce Champignon se cultive aisément et il donne sur divers milieux des fructifications qui, en masse, sont d'un gris de souris ou gris de plomb.

Influence de la température. — La recherche des températures critiques met en évidence des faits très intéressants, car cette espèce commence à végéter a 22° ; elle croît encore à 53°, et à 60° elle ne pousse plus. A ces hautes températures, elle modifie ses caractères et donne une variété tout à fait caractéristique, décolorée, à sporanges petits, à pédicelles non ramifiés.

Inoculations. — Des inoculations faites à différents animaux, lapin, cobaye, soit dans le péritoine, soit dans la circulation sanguine par la veine de l'oreille ou la jugulaire, ont montré que, dans tous ces cas, la mort de l'animal survenait assez régulièrement en un temps variant entre trois et huit jours.

Les lésions sont très nombreuses. Le foie est hypertrophié, la rate énorme, les reins congestionnés, piquetés de rouge; les ganglions intestinaux

hyperémiés. Des ensemencements de tubes de cultures faits avec les divers organes altérés ont toujours donné des cultures pures du parasite.

Les inoculations sous-cutanées faites à un lapin, à un cobaye, dans le tissu sous-cutané n'ont pas amené la mort. Un chien, qui a reçu dans le torrent circulatoire 20 centimètres cubes d'eau stérilisée chargée de spores, a été triste pendant quelques jours, puis il s'est rétabli. L'examen microscopique des animaux morts de la maladie expérimentale ont révélé dans tous les tissus des nodules mycotiques indiquant que l'affection est du type des pseudo-tuberculoses.

L'étude des variétés que nous avons obtenues par cultures à hautes températures a montré que ces variations étaient instables, bien que nous ayons fait des cultures répétées à 53° pendant une dizaine de générations (1).

Deux Mucorinées pathogènes (2).

L'étude que nous venions de faire de la Mucorinée précédente, nous a conduit, M. Lucet et moi, à porter notre attention sur d'autres Mucorinées pathogènes. C'est ainsi que nous avons découvert deux Mucors appartenant au stirpe *corymbifer*, mais intéressants pour le médecin à cause de leurs propriétés nocives.

L'un, le *Mucor Truchisi* a été rencontré accidentellement sur un cheval atteint d'un Herpès cutané (Teigne d'été), en mettant en culture en liquide Raulin des croûtes épidermiques. Il n'y a d'ailleurs aucune raison de croire que cette espèce est la cause de la maladie.

Les caractères de cette espèce pathogène sont très spéciaux : le mycélium est exubérant, il remplit tout le tube de culture et fructifie en gris à la partie supérieure.

L'autre espèce, *Mucor Regnieri*, a été rencontrée sur une vache présentant également une Teigne d'été.

Les caractères végétatifs de cette espèce sont très différents ; la puissance végétative est beaucoup plus faible : le mycélium ne remplit pas les tubes de culture, il fructifie en gris sur toute la surface du milieu de culture.

A l'examen microscopique, ces deux Champignons se rapprochent tous les deux beaucoup du *Mucor corymbifer ;* mais ils en diffèrent cependant nettement par des caractères très délicats et qui paraissent infimes, mais qui présentent une fixité tout à fait extraordinaire.

M. Lindt avait déjà fait une découverte analogue, en étudiant le Champignon qu'il a désigné sous le nom de *Mucor ramosus*. Cette espèce avait tous

(1) *C. R de l'Aad. de med.*, décembre 1900 (n° 88). — *Arch. de parasitologie* (n° 90).
(2) *C. R. de l'Acad. de méd.*, décembre 1900 (n° 88) et *Arch. de parasitologie* (n° 90).

les caractères du *corymbifer*, sauf la dimension des spores. Pendant une année de culture, M. Lindt vérifia que ce caractère différentiel infime était constant.

Les caractères qui permettent de reconnaître nos deux espèces sont plus importants : il y en a d'abord de macroscopiques indiqués plus haut, puis de microscopiques, notamment la forme des spores qui est différente ; il y a enfin des caractères distinctifs physiologiques tirés de la considération des températures critiques et de la puissance de développement dans les milieux légèrement acides ou alcalins.

La constance remarquable de ces caractères, se maintenant à travers de nombreuses générations, nous a paru intéressante. Nous arrivons ainsi à distinguer quatre espèces d'un même stirpe : *corymbifer*, *ramosus*, *truchisi* et *regnieri*, qui introduisent dans le domaine de la pathologie la notion de petites espèces, dont l'importance est certainement destinée à grandir dans tous les domaines de la Biologie.

Ces quatre petites espèces sont pathogènes pour les animaux du laboratoire; mais les types *corymbifer* paraissent plus virulents que les deux que nous avons étudiés.

MYCOLOGIE AGRONOMIQUE

Les résultats qui avaient été obtenus par des recherches expérimentales poursuivies surtout dans le laboratoire, soit à l'occasion des maladies qui sévissent sur les Champignons, soit à propos des essais de culture de Basidiomycètes, devaient me conduire à chercher s'il n'était pas possible de transformer ces résultats encore théoriques en des applications intéressantes et utiles (1).

Traitement de la Môle.

La première question qui a absorbé mon attention a été celle de la maladie de la Môle. L'importance de cette affection était très grande, son extension universelle ; je devais donc songer à ce problème avant tous les autres.

Nous avions fait, M. Dufour et moi, une étude attentive non seulement du parasite mais de ses moyens de propagation, des conditions favorisant son extension et des antiseptiques pouvant contribuer à le détruire.

Rôle des dégobtures (2). — L'expérience décisive que j'avais faite de la reproduction expérimentale de la maladie m'avait appris que la présence de spores de *Verticillium* dans la terre à gobter qui recouvre les meules pouvait faire naître la Môle. En outre, l'essai fondamental et si nettement probant que j'avais tenté avec les vieilles terres ou dégobtures m'avait fait comprendre leur importance : l'apparition de la maladie avec des caractères d'intensité extraordinaire m'avait appris d'une manière claire que les dégobtures jouent un rôle capital dans l'histoire de la maladie de la Môle.

C'est une règle générale en horticulture qu'il ne faut jamais se servir deux fois du substratum nourricier des plantes. Les champignonnistes connaissent ce principe et l'ont toujours appliqué. Après chaque culture, les meules à Champignons sont démontées, la terre qui les couvre enlevée ainsi que le fumier qui a servi d'aliment au blanc.

(1) *Revue scient.*, 1894 (n° 68).
(2) *C. R. Soc. de biol.*, 1892 (n° 47).

Le vieux fumier, qui a encore une valeur commerciale, est remonté hors de la carrière pour être vendu. Il n'en est pas de même des terres, aussi beaucoup de champignonnistes, surtout ceux qui possèdent des carrières où l'on descend par une échelle, jugent trop dispendieux de remonter ces dégobtures : ils les laissent dans les carrières qu'elles comblent ainsi peu à peu.

Ces terres, que les champignonnistes accumulent imprudemment dans les carrières, sont des foyers de pestilence qui y restent indéfiniment. Après chaque campagne, ces foyers s'accroissent dans la cave et se multiplient. Les industriels cherchent à les isoler, ils accumulent des pierres devant, mais des myriades d'être vivants qui pullulent dans les souterrains, rats, acariens, insectes, transportent des fragments de ces vieilles terres sur les terres nouvelles et la maladie apparaît de nouveau.

Il est bien certain que la pratique précédente, qui consiste à laisser les vieilles dégobtures dans les carrières, est la principale cause de l'extension de la maladie; j'ai vivement recommandé de l'abandonner. Partout où cela est possible, il faut sortir les terres des souterrains.

Essai de traitement des dégobtures. — J'ai essayé de désinfecter les dégobtures afin de voir si on ne pourrait pas les rendre inoffensives au Champignon. J'ai étalé ces terres en couche mince et, après arrosage, j'ai fait brûler du soufre dans la cave où elles se trouvaient. Puis j'ai gobté de nouvelles meules avec ces terres. Au début, il n'a pas poussé un seul Champignon, tandis que les dégobtures non traitées étaient couvertes de Môles et que les terres nouvelles et saines étaient couvertes de Champignons sains. A la fin de l'expérience cependant, il a poussé quelques individus non malades sur les dégobtures désinfectées. La désinfection des terres est efficace, et c'est le point intéressant qui m'importait, car l'utilisation des vieilles terres amènerait une diminution de la récolte.

Méthode pour entraver l'extension du mal. — A l'aide de l'expérience des dégobtures que j'ai rappelée plus haut, j'avais créé dans une carrière saine six foyers intenses de maladie; afin de ne pas détruire toute la récolte de la carrière si la maladie s'était propagée, ce qui m'aurait obligé à payer au champignonniste, chez lequel j'opérais, une grosse indemnité, je me suis efforcé d'enrayer l'extension du mal.

J'ai agi d'après deux procédés :

1° En un point, j'ai fait enlever les Champignons malades et la terre qui les recouvrait et j'ai arrosé avec du lysol à 2 p. 100. Ayant ensuite recouvert ce fumier de terre nouvelle, j'ai constaté que rien ne repoussait en ce point.

2° Sur les cinq autres places, j'ai laissé les Môles en place et j'ai arrosé avec du lysol à 2 p. 100. Les Champignons malades ont été détruits et il n'a rien poussé sur ces cinq places, sauf deux touffes d'Agarics : la première,

composée d'individus sains; la seconde, formée d'individus malades en un point où, par suite d'insuffisance de lysol, on avait mis moins d'antiseptique qu'ailleurs.

Grâce à ce traitement énergique, la récolte saine de la carrière a été préservée en grande partie, et je n'ai eu qu'une faible indemnité à payer pour cette expérience dangereuse.

Désinfection des carrières (1).

Les faits qui viennent d'être rapportés sur la présence et le rôle des dégobtures dans les carrières à Champignons conduisaient à cette conséquence qu'il fallait employer des désinfectants énergiques pour détruire les parasites; ceci est utile non seulement à cause de la Môle, mais aussi à cause de l'importance du Moucheron et des autres fléaux qui existent dans la carrière.

Bisulfite de chaux. — J'ai d'abord fait une expérience en grand avec le bisulfite de chaux dans une vaste carrière. A l'aide du pulvérisateur qui sert à projeter le sulfate de cuivre sur les vignes, j'ai fait, avec le champignonniste et plusieurs de ses ouvriers, une pulvérisation de bisulfite de chaux sur les parois verticales à hauteur d'homme, sur le sol et surtout sur les terres vieilles ou dégobtures. L'opération n'a pas marché sans quelques difficultés : le bisulfite se dissociait et les vapeurs sulfureuses nous prenaient à la gorge. Nous avons cependant continué avec persévérance et terminé le travail sans trop d'encombres (2).

Le procédé que j'employais ainsi avait donc des inconvénients dans la pratique car il incommodait les ouvriers. J'avais songé à ce produit chimique parce qu'il présentait les avantages de l'acide sulfureux sans qu'on ait à redouter l'extension de ce gaz.

Ce procédé s'est montré en fait très efficace contre les insectes, ce qui était un grand point. Il y a eu encore des Môles dans la cave : il est vrai qu'elle était immense et communiquait avec des parties qui n'avaient pu être désinfectées.

De pareils essais, je m'en suis bien vite aperçu, avaient quelque chose d'illusoire. D'abord je ne pouvais pas m'installer à poste fixe chez le champignonniste pour savoir pendant toute la durée de la culture quel serait le résultat. L'immensité des carrières empêchait leur désinfection complète et m'aurait entraîné à des dépenses que je ne pouvais faire, malgré le crédit qui m'avait été octroyé par le ministère de l'Agriculture, grâce au bienveillant appui de M. Prillieux.

(1) *C. R. de l'Acad. des sc.*, 6 mars 1893 (nº 55).
(2) *C. R. de l'Acad. des sc.*, t. CXV (nº 55). — *C. R. de l'Acad. des sc.*, t. CXVII (nº 59).

Acide sulfureux. — Je recherchai donc des carrières isolées afin d'essayer l'emploi de l'acide sulfureux. Je disposai dans un grand nombre de tourtières, 300 grammes de soufre en fleur et je plaçai au milieu un morceau de coton imbibé d'alcool. Lorsque tout était bien prêt, avec tous les ouvriers disponibles, nous parcourions rapidement la cave en enflammant les cotons, puis nous grimpions vivement à l'échelle pour sortir du trou et ne pas être asphyxiés.

Par suite de l'insouciance des cultivateurs ou par une autre cause, je n'ai pas eu tous les renseignements que je désirais avoir, cependant je puis résumer ainsi les premiers renseignements que j'ai pu me procurer :

1° La désinfection par l'acide sulfureux ne nuit pas à la culture ;

2° Il y a diminution sensible du mal;

3° La récolte est plus élevée que la moyenne.

Lysol. — Avec le lysol, je fis une expérience chez un champignonniste un peu plus bienveillant que les autres, qui me permit de suivre avec précision les résultats de mon essai.

Je fis avec lui une pulvérisation de lysol à 2,5 p. 100 dans sa cave qui était à une grande profondeur (près de 30 mètres). A l'aide de mon pulvérisateur, nous répandîmes partout (plusieurs hectolitres) du liquide. Le lysol a une odeur pénétrante, surtout quand on opère ainsi en grand, et les insectes ont été éloignés complètement par la pulvérisation.

A la première volée de Champignons, qui se produisit deux mois après l'opération précédente, le praticien chez lequel j'opérais me fit les remarques suivantes :

« 1° D'abord la fermentation du fumier monté en meules est retardée et la chaleur développée dans la couche est utilisée par le Champignon quand il se forme. C'est un résultat excellent.

« 2° Le développement du Moucheron (*Sciara ingenua*) est entravé, et cet effet indirect a une valeur considérable pour la culture.

« 3° La Môle existe en quantité négligeable vis-à-vis des Champignons sains. Au début, il y avait un seul Champignon malade près d'un endroit où un éboulement s'est produit et où les dégobtures ont pu être remaniées. Depuis il s'est développé de la Môle en cinq places seulement, probablement par propagation, car ces places sont dans le voisinage de la première.

« 4° Le rendement est considérable; on voit sur ces meules une quantité prodigieuse de Champignons, tandis que dans une cave voisine remplie du même fumier, ensemencée avec le même blanc, le rendement est extrêmement faible et le Moucheron existe partout.

« La cave traitée par le lysol était particulièrement favorable pour l'expérience, car la Môle y avait sévi précédemment avec une extrême intensité. »

Cette première campagne m'avait donné des résultats trop intéressants pour ne pas être reprise. Grâce à l'appui de M. Giard, j'obtins un crédit du Conseil général de la Seine, et, profitant de la connaissance des difficultés qu'il y avait à mener à bien des recherches chez les champignonnistes, je résolus de louer deux carrières, l'une à Montrouge, l'autre à Ivry, et de procéder moi-même ou à l'aide d'ouvriers travaillant sous ma direction à la désinfection des caves.

La cave de Montrouge fut désinfectée à l'acide sulfureux, celle d'Ivry à l'aide du lysol (1).

Cave traitée par l'acide sulfureux. — J'ai fait brûler le soufre dans quarante tourtières contenant chacune 600 grammes de cette substance. Les régions où se trouvaient les vieilles terres avaient été préalablement arrosées avec de l'eau ordinaire.

Les cultures ont duré, dans ces premières expériences, de février en juillet. Voici, par exemple, les résultats de l'une d'entre elles.

8 février, mise en meules; 11 février, introduction du blanc; longueur des meules : 26 mètres. Le blanc employé était fourni par les champignonnistes ainsi que les terres et le fumier. La production a commencé le 7 avril; elle a cessé le 14 juin. Le poids de la récolte a été de 48 kilogrammes, il y a eu seulement neuf Môles pesant 45 grammes; or, neuf Champignons sains pèsent 360 grammes. La perte est donc très faible de 1/132e de la récolte.

Les meules précédentes se trouvaient dans une région de la cave éloignée des vieilles terres. Pour des meules placées dans le voisinage de cette partie infectieuse, le développement de la Môle s'est élevé et la perte, en raisonnant comme précédemment, est égale au 1/56 de la récolte. Enfin des meules dressées exactement en face de cette région ont présenté une perte qui était le 1/25, puis le 1/13 de la récolte.

Cave traitée par le lysol. — Avec le lysol pulvérisé partout dans la cave (murs, plafond, plancher) à 2,5 p. 100, j'ai obtenu un résultat plus remarquable. Je n'ai eu qu'*un seul Champignon malade* dans cette cave, pendant toute la culture. La perte sur l'ensemble de la récolte a été le 1/1160 de celle-ci.

Blanc de champignon stérilisé.

Dans tout ce qui précède, je ne m'étais occupé que d'assainir la carrière; mais cela ne suffisait pas, car il restait une autre source de contamination tenant aux impuretés du blanc de Champignon qui servait à ensemencer les meules.

(1) *C. R. de l'Acad. des sc.*, 27 novembre 1893 (nº 59).

Nous avons, M. Matruchot et moi, essayé de résoudre la question de la purification du blanc (1), problème dont j'avais entrevu la solution avec netteté en 1889, à propos de la culture du *Nyctalis*.

Méthode suivie. — Nous recueillons les spores d'une façon pure et nous les semons, à l'abri de tout germe etranger, en milieu nutritif stérilisé. Nous obtenons de la sorte un mycélium qui s'agrège en cordons et qui est du *blanc pur*. Par culture répétée sur un substratum identique, ce blanc peut être multiplié indéfiniment. Qu'on vienne à l'ensemencer dans une meule de fumier ordinaire, il *prend*, s'accroît et fructifie normalement.

Nous avons donc entre les mains un *blanc artificiel*, ayant toutes les propriétés du *blanc naturel* que les maraîchers fournissent aux champignonnistes. Y a-t-il intérêt à substituer le premier au second? Les avantages de cette substitution sont multiples.

1. *Suppression des maladies apportées par le blanc lui-même* (2). — Le blanc naturel est très souvent impur : il apporte avec lui des maladies variées et redoutables. Cette contagion par le mycélium peut être évitée par l'emploi du blanc artificiel, toujours pur.

Parmi ces maladies du blanc, nous avons déjà indiqué le *Vert-de-gris*, le *Chanci* et le *Plâtre*, la *Goutte* (dont la cause originelle est une Bactérie qui, en s'attaquant au mycélium, produit ce qu'on appelle le *blanc goutteux*) (2).

II. *Production permanente de blanc*. — La production du blanc naturel est actuellement intermittente; le champignonniste ne peut se procurer de blanc nouveau qu'à la fin de l'automne et pendant l'hiver. Nos cultures pouvaient, au contraire, fournir du blanc frais à une époque quelconque de l'année, ce qui est un avantage évident.

Le blanc que nous obtenions ainsi n'était pas seulement du *blanc pur*, c'était du *blanc vierge* (3). Sous ce nom, les champignonnistes désignent le blanc né spontanément dans le fumier des fermes, dans les tas de boue des routes, dans les couches à melons des maraîchers. C'est à ce blanc vierge qu'ils sont constamment obligés d'avoir recours, car généralement, après trois cultures successives en caves, le blanc est épuisé et ne donne plus rien. Or, jusqu'ici la découverte du blanc vierge était une affaire de chance, seul le hasard le faisait trouver.

En somme, les praticiens ont constamment besoin de blanc vierge, et ils ne peuvent s'en procurer qu'en quantité limitée et seulement pendant certaines saisons. Notre blanc vierge pouvait s'obtenir en quantite illimitée et pendant toute l'année.

(1) *C. R. de l'Acad. des sc*, 1893 (n° 54).
(2) *C. R. de la Soc. de biol*, 2 décembre 1893 (n° 61).
(3) *Revue scientif.*, 1894 (n° 68).

Sélection des races du Psalliota campestris (1).

On sait qu'il existe diverses variétés du Champignon de couche; celles dont le chapeau est tout à fait blanc sont les plus estimées sur le marché. Or, le champignonniste qui trouve du blanc vierge dans un tas de fumier ignore à quelle variété de Champignons il a affaire. Notre méthode permettait, au contraire, de prendre la spore d'une variété déterminée et de cultiver une race de choix.

Quelle est la valeur botanique de ces variétés? Dans quelles limites sont-elles fixées? C'est ce que personne ne pouvait dire, un cultivateur ne pouvant garder indéfiniment une variété : au bout de trois cultures, en moyenne, la vitalité du blanc est épuisée.

Pendant les trois cultures successives, le Champignon récolté garde des caractères constants, mais cette constance se maintient-elle en passant par les spores? Ce problème, qui offre un intérêt théorique, avait pratiquement une certaine portée. M. Matruchot et moi l'avons étudié à l'aide de notre méthode de culture.

Nous nous sommes procurés les Champignons les plus divers, appartenant aux variétés les plus caractérisées. Nous avons ainsi eu, un moment, en culture *vingt* races distinctes et nous en avons suivi cinq avec soin. Les résultats constants que nous avons obtenus à diverses reprises sont les suivants :

Deux de ces variétés ont été obtenues, à partir de la spore, à six reprises différentes, et toujours nous avons vu, pour l'une et pour l'autre, la constance des caractères suivants. *Variété A :* chapeau *blond clair*, à grosses écailles peu nombreuses, recouvertes d'un voile léger, blanc persistant. *Variété B :* chapeau *blond foncé*, non écailleux, simplement fibrilleux, se divisant parfois en mèches sur le bord, à voile blanc, fugace.

Trois autres variétés à chapeau *blanc* ont été reproduites plusieurs fois.

Les champignonnistes qui nous avaient fourni les échantillons n'ont pas hésité à reconnaître nos produits comme identiques à ceux qui avaient servi de point de départ.

Donc, la couleur du chapeau, son aspect écailleux ou fibrilleux, la présence d'un voile plus ou moins persistant sont des caractères héréditaires d'une stabilité que rien ne faisait prévoir.

A côté de ces caractères constants, nous en avons noté d'autres, qui sont variables, comme la grandeur relative du chapeau et du pied. L'instabilité de ces caractères peut tenir à la température, au renouvellement de l'air, etc.

On pouvait, d'après cela, espérer sélectionner les races de *Psalliota*.

(1) *C. R. de l'Acad. des sc.*, t. CXVIII, p. 1108 (n° 70).

Expériences en grand sur le blanc stérilisé (1).

Tous les avantages que nous avions envisagés en publiant notre méthode de culture du blanc stérilisé étaient théoriques, ils résultaient de la connaissance acquise de l'ensemble de la culture du Champignon de couche, mais la pratique devait contrôler nos présomptions, sans quoi notre découverte n'aurait eu qu'un intérêt de laboratoire.

Pour cela, nous avons entrepris deux séries de recherches.

1re *Série*. Dans un premier ensemble d'expériences, nous avons fait la culture par nous-mêmes en différents endroits : cave de l'Observatoire mise obligeamment à notre disposition par le regretté M. Tisserand, directeur de cet établissement, hangar et serre de l'École normale.

Nous avons vu ainsi que le blanc de semis se développe d'une manière bien supérieure à tous les blancs ordinaires sur lesquels nous avions pu expérimenter.

Voici le détail d'une culture en carrière, faite avec du *blanc de semis* (variété A). La meule est montée le 31 août, le blanc de semis introduit le 11 septembre. La récolte apparaît le 15 novembre ; la meule est couverte de grains jeunes, disposés *en couronnes* autour des mises et d'une *manière uniforme*, sans places infertiles. Dans la suite, les Champignons sortent *par volées*, environ tous les dix jours : première volée, 3 kil. 900 ; deuxième, 8 kil. 300 ; troisième, 5 kil. 050 ; quatrième, 4 kil. 100. Récolte totale pour 6 mètres de meules, 21 kil. 350 ; récolte par mètre, 3 kil. 560. Les dégâts dus à la Môle sont négligeables.

Pendant ce temps, une meule fécondée avec du blanc fourni par un champignonniste, montée dans la même cave, à la même époque, faite avec du fumier identique et recouverte de terre d'origine semblable, a donné : récolte totale 13 kil. 100 pour 17 mètres de meules ; récolte par mètre, 0 kil. 770.

D'autre part, la même année ou les années précédentes, en me servant de blanc ordinaire, dans la même cave, j'avais obtenu : meule de 24 mètres : récolte par mètre, 2 kilogrammes ; meule de 4 mètres : récolte par mètre, 0 kil. 860 ; meule de 8 mètres : récolte par mètre, 1 kil. 550. Un blanc de grainetier a donné une récolte nulle.

Si nous n'avons pas expérimente sur le *blanc vierge* des praticiens, c'est que les champignonnistes, qui ont réussi à s'en procurer du véritable, ne le rétrocèdent jamais.

(1) *C. R. de l'Acad. des sc.*, 1895 (n° 74).

Deuxième série. — Nous ne pouvions, par nous-mêmes, entreprendre des expériences plus vastes ; nous nous sommes adressés, dans ce but, à des champignonnistes de profession. Un certain nombre d'entre eux ont heureusement bien voulu accepter d'essayer notre blanc dans leurs carrières. Au début, nous leur avons donné du blanc de premier report, que nous avions en plus grande quantité; dans la suite, et pour mieux les convaincre, nous leur avons donné du blanc de semis stérilisé ayant poussé sur des feuilles ou du fumier.

Avec du blanc de premier report, provenant de notre variété A, un praticien a fertilisé 100 mètres de meules; sa récolte a été de 5 kilogrammes par mètre. D'autres personnes, expérimentant le blanc B, ne se sont pas astreintes à évaluer en kilogrammes la récolte obtenue, mais elles se déclarèrent très satisfaites.

Nous avons distribué des mises de blanc de semis à un certain nombre d'industriels, et, en particulier, aux membres du Syndicat des champignonnistes de France. Les essais ont presque unanimement réussi et les expérimentateurs nous en ont exprimé leur satisfaction. Tous ont été frappés de la rapidité avec laquelle le blanc se développait dans les meules. Pour donner une idée de l'amplitude des expériences, nous dirons que 100 mises ont servi à l'un d'entre eux à relever du blanc en quantité suffisante pour faire 250 à 300 mètres de meules.

A la suite de la publication de ces résultats, M. Duclaux, directeur de l'Institut Pasteur, nous a proposé d'installer dans l'établissement qu'il dirige un service pour la fabrication du blanc de Champignon. A ceux qui seraient tentés de s'en étonner, je rappellerai que la méthode que nous avons suivie pour obtenir le blanc stérilisé est une application directe des principes de Pasteur.

Depuis 1896, ce service fonctionne et il permet de donner une preuve de l'intérêt que peut avoir pour les praticiens les recherches qui se font dans les laboratoires.

Culture d'autres espèces.

La méthode que nous avions employée pour obtenir le blanc du Champignon de couche peut s'appliquer à d'autres espèces.

Nous avons pu, M. Matruchot et moi (1), obtenir le mycélium d'un grand nombre d'espèces. Ces blancs offrent d'ailleurs des caractères très spéciaux. Voici à ce sujet quelques observations sommaires.

(1) *C. R. de la Soc. de biol.*, 11 janvier 1896 (nº 76).

Amanita rubescens. — Le mycélium, blanc à son début, prend une nuance crème lorsqu'il devient très vieux. Il se développe avec une vigueur remarquable sur les milieux de cultures en tubes. Un caractère très net de ces cultures est la façon brusque dont la masse mycélienne se termine vers le haut du tube : tous les filaments mycéliens s'arrêtent dans leur croissance au même niveau et se terminent pour ainsi dire dans une section droite du cylindre du tube.

Lepiota procera. — Le mycélium est blanchâtre et devient légèrement ocracé en vieillissant. Il est à croissance rapide, d'aspect floconneux et de texture lâche.

Marasmius oreades. — Le développement du mycélium est extrêmement lent. Ce mycélium est blanc au début, légèrement brunâtre en vieillissant.

Nous avons obtenu également le mycélium du *Polyporus frondosus*, *Pholiota ægerita*, *Pleurotus ostreatus*, *Coprinus comatus*, *Armillaria mellea*.

Ajoutons quelques mots sur deux espèces intéressantes :

Hydnum coralloides. — Cette espèce nous a offert un développement très caractéristique. Au début, le mycélium blanc forme, à la surface du substratum et du verre, un feutrage lâche, aranéiforme, floconneux. Plus tard se dressent des formations agrégées, d'un blanc de lait, en colonnes irrégulières, de 1 à 3 centimètres de haut, offrant des aspects variés : le plus ordinairement ce sont des arbuscules élégamment ramifiés, mais parfois des lames aplaties, ondulées, déchiquetées sur les bords, rappelant un peu l'aspect d'un *Thelephora terrestris* qui serait blanc.

Morchella esculenta. — La germination des spores a déjà été signalée par M. de Seynes et réalisée à nouveau par M. Brefeld. Le mycélium que nous avons obtenu et que nous avons fait se développer en grande abondance sur divers milieux, en particulier sur du fumier, est un mycélium brun, d'aspect très caractéristique. En culture pure, sa croissance est rapide ; les filaments sont grêles, peu serrés, formant un feutrage lâche. Au microscope, nous n'y avons pas observé de conidies; nous avons constaté que les filaments, incolores quand ils sont jeunes, deviennent brun roussâtre en vieillissant. Enfin nous avons vu se former dans les cultures, des agglomérations qui sont des sortes de sclérotes dont la nuance est brun clair, brun jaunâtre ou brun noirâtre. Ces sclérotes sont plus accusés avec le *M. rimosipes*.

Pietra fungaia.

J'ai pu, grâce à M. Chauveaud qui a eu recours à la bienveillance de

(1) *Revue gén. de bot.*, t. VII (n° 71). — *C. R. des séances de la Soc. de biol.*, 1896 (n° 76). — *Revue gén. de bot.*, 1901 (n° 91).

M. Marey, étudier un produit intéressant désigné par les Italiens sous le nom de *pietra fungaia*. C'est une masse grossièrement arrondie ayant l'aspect d'une terre dure. Si l'on vient à scier cette masse pesant de 2 à 5 kilogr. on remarque au milieu des débris de bois, de terre, de pierre et de charbon; la partie superficielle est formée par un bord blanc, c'est surtout à cet endroit que se trahit la masse fongique.

J'ai isolé des fragments de cette pierre pesant 500 grammes et je les ai placés à l'intérieur de pots contenant de la terre franche dans une serre, dont la température variait le jour de 15 à 17° et la nuit tombait à 12°. Les pots étaient découverts ou placés sous cloche, ce sont les derniers qui ont réussi. Au bout de deux mois, j'obtins une ébauche de fructification; pendant plusieurs semaines le développement parut s'arrêter; puis, tout à coup, la fructification prit sa taille définitive. Les *Polyporus tuberaster* que j'obtins ainsi jetèrent leurs spores.

Deux mois après, la vitalité de la pierre se manifesta à nouveau.

L'intérêt de la culture de cette espèce est double : 1° elle donne sa récolte sans aucune manipulation, il suffit d'arroser la pierre à Champignon placée dans du terreau; 2° elle végète et réussit bien dans un climat méridional.

J'ai donc cherché à recueillir les spores de ce Champignon, j'ai pu les faire germer, j'ai obtenu un mycélium. Grâce à M. Voglino, je me suis procuré un tuf qui existe aux environs de Naples et nous avons pu, avec M. Matruchot, arriver à obtenir à deux reprises en gros tubes stérilisés des ébauches (presque adultes sauf le chapeau) de fructifications qui n'ont pas pu achever leur développement parce que le tube était trop étroit.

La culture de cette espèce pourrait donc être entreprise. J'ai malheureusement constaté dans mes cultures l'invasion d'un parasite du groupe des *Diplocladium* que j'ai déjà signalé pour le *Polyporus squamosus*.

Culture du Pied bleu (Tricholoma nudum) (1).

S'il est une branche des sciences agricoles où le développement s'est opéré avec une extrême lenteur, c'est bien certainement celle de la culture des Basidiomycètes. Depuis Tournefort, la culture du Champignon de couche était restée invariable jusqu'en ces dernières années. Il semble même que, depuis l'antiquité, les progrès aient été négatifs, car les anciens connaissaient, d'après Pline et Dioscoride, la culture d'espèces comestibles dont la tradition s'est perdue pendant le Moyen-Age.

Cette remarque était nécessaire pour faire saisir la difficulté du problème

(1) *C. R. de l'Acad. des sciences*, t. 126, p. 853 (n° 82). — *Revue gen de bot.*, 1901 (n° 91).

pratique dont nous avons abordé l'étude, M. Matruchot et moi, en essayant la culture nouvelle d'une espèce comestible : le Pied bleu (*Tricholoma nudum*). Nous avons publié en 1898, une première note préliminaire sur cette question et nous avons continué depuis cette époque l'étude de ce problème délicat, grâce au bienveillant appui de M. Loewy et de M. Darboux qui ont mis à notre disposition deux caves, l'une à l'Observatoire, l'autre à la Sorbonne. Le nouveau mémoire qui va être publié sur cette question est le développement et la confirmation de ce que nous annoncions il y a trois ans. Nous étudions deux questions relatives : 1° à la production du blanc; 2° au développement des chapeaux.

Production du blanc. — La question de la production du blanc est actuellement tout à fait résolue, non seulement sous forme de blanc stérilisé mais même dans des conditions qui conviendraient parfaitement pour une grande culture.

Nous avons entrepris sur ce dernier problème, depuis 1898, trente-deux expériences qui ont presque toutes réussi dans les conditions les plus variables, en cave, en serre, en jardin, en forêt.

Nous nous sommes convaincus que le fumier qui sert aux champignonnistes ne peut convenir pour cette culture. On voit d'après cela combien le problème que nous avons abordé était nouveau et que tout était à créer. Nous avons cependant pleinement réussi dans nos essais sur divers milieux, notamment avec des meules de feuilles soit de Hêtre, soit de Chêne. Nous avons déterminé avec précision le mode de croissance des mises sur les milieux divers et l'influence des mises qui servent à faire l'ensemencement. Les renseignements que nous possédons sur la durée d'incubation du blanc sont intéressants : en serre chaude, sur substratum ensemencé très abondamment, nous avons obtenu un développement très rapide; mais d'ordinaire l'évolution du mycélium est plus lente et la durée moyenne de l'invasion d'une meule est de huit mois; dans plusieurs expériences, elle a été d'un an et dans l'une d'entre elles de dix-huit mois.

C'est dire suffisamment qu'il s'agit ici de longues expériences, ceci explique pourquoi nous publions maintenant seulement les données que nous possédons.

Production des fructifications. — Nous avons réussi à produire des fructifications du Champignon dans les conditions également les plus variées en cave, en jardin, en forêt. Nous avons obtenu des résultats tout à fait nets en cave, dans de nombreux essais. Nous avons réussi dans ces conditions à avoir des Champignons pendant des saisons où on ne les obtient jamais dans la nature. En cave, la récolte se fait assez regulièrement et dure environ deux à trois mois. En plein air, nous avons constaté la pérennité du mycélium,

notamment dans une expérience qui a commencé à la fin de 1896 et qui a été continuée jusqu'en 1899. La récolte avait lieu même l'hiver, ce qui indiquait chez l'espèce actuelle une rusticité beaucoup plus grande que chez le Champignon de couche.

Des expériences qui ont été faites en forêt, nous ont donné également de bons résultats. Si l'on tient compte de la pérennité du mycélium, il nous semble que l'on peut entrevoir la possibilité, par la culture de cette espèce, d'utiliser le sous-sol des forêts dont jusqu'ici on n'a pas tiré parti. Si cette idée venait à se réaliser, elle aurait un intérêt véritable pour l'exploitation des domaines forestiers.

Parasites. — Pendant nos cinq années d'expérimentation, nous avons eu l'occasion d'observer deux parasites qui auront une certaine importance si nos efforts arrivent un jour à faire entrer notre méthode dans le domaine pratique.

1° *Pterula.* — Le premier ennemi de la culture du Pied bleu que nous ayons rencontré est une autre Agaricinée, jusqu'ici très rare et très peu connue, le *Pterula multifida* qui s'est développé sur une de nos meules aux dépens du blanc du *Tricholoma*.

2° *Harziella.* — Le second parasite a été décrit par nous en 1899 (1). C'est une Mucédinée que nous avons rencontrée accidentellement sur des Pieds bleus abandonnés dans une serre. Depuis cette époque, nous avons trouvé cette même moisissure sur le blanc de notre Champignon, puis sur des Tricholomes complètement déformés. Le parasitisme nous paraît donc indiscutable.

Rôle des Champignons dans la fabrication du Fromage.

Les opérations de l'industrie des fromages à pâte molle (Brie, etc...) sont en somme, au début, des cultures de Champignons et de Bactéries à la surface d'un substratum nourricier déterminé. Cette industrie mérite donc un examen attentif au point de vue mycologique.

C'est cette étude que j'ai entreprise sur le fromage de Brie avec la collaboration de M. Ray (2). De l'enquête à laquelle nous nous sommes livrés, il ressort que les fermiers habiles réensemencent toujours les mêmes espèces de Champignons en se servant pour préparer leurs fromages des claies de la culture précédente. Ce procédé, employé surtout depuis quelques années, donne d'excellents résultats, assurant à la préparation du fromage une régularité qu'on n'observait pas autrefois. Une autre pratique en usage vient encore confirmer l'importance spécifique des Champignons : souvent une

(1) *Bull. de la Soc. mycol.*, 1899, p. 104 (n° 84).
(2) *C. R. de la Soc. de biol.*, 1898 (n° 81).

cave cesse de convenir pour la fabrication parce que des espèces étrangères s'y introduisent, et, pour arriver à rendre à l'industrie son ancienne prospérité, il faut désinfecter soigneusement la cave et se procurer ensuite des claies provenant de bonnes fermes.

En examinant les fromages de Brie, nous avons trouvé des moisissures très variées, mais quelques-unes sont constantes, tandis que les autres sont accidentelles. Parmi les espèces dont la présence est constante, il y a lieu, selon nous, de distinguer deux groupes de formes qui se manifestent l'un après l'autre, aux deux stades de la maturation. Comme on sait, la maturation du Brie comprend deux phases qui, bien souvent, s'accomplissent chez des industriels différents : la première, à la ferme même où le caillé a été préparé ; la seconde chez l'affineur, lequel conduit l'opération jusqu'à son achèvement.

Dans ce travail préliminaire, nous ne nous sommes occupés que de la première opération. Nous avons vu ainsi qu'il apparaît régulièrement sur les fromages d'abord une Levure, puis un *Penicillium*.

Ce *Penicillium* est tantôt blanc, tantôt vert bleuâtre ou bleu grisâtre à divers degrés. En dehors des cas où la culture est bien réussie, caractérisée par le « bon blanc » (*Penicillium* blanc) ou le « bon bleu » (*Penicillium* faiblement coloré), il arrive souvent que le fromage tourne au « bleu » ; c'est alors pour les praticiens la maladie du bleu ou du bleu noir. La cause de l'altération du fromage est encore un *Penicillium*, mais cette fois d'un bleu vert intense.

L'étude attentive de ces formes nous a conduit à penser qu'elles sont autant de races diverses dérivées d'une même forme originelle. Et d'abord, ce sont des races bien établies : si l'on fait des cultures pures, elles se maintiennent avec des caractères constants dans les générations successives. L'idée que ces races, aujourd'hui stables, ont pu dériver d'un même type nous paraît très vraisemblable pour les raisons suivantes : dans le *Penicillium* bleu foncé, la fructification est extraordinairement riche, le mycélium très réduit ; dans le *Penicillium* bleu pâle, la fructification est beaucoup moins serrée, le mycélium plus développé ; enfin dans le *Penicillium* blanc, le tube de culture est presque complètement rempli par un feutrage d'un beau blanc qui reste assez longtemps stérile et fructifie en faible quantité. Ceci peut s'interpréter en admettant qu'il s'est effectué un passage du *Penicillium* bleu foncé au *Penicillium* blanc, par atrophie progressive de l'appareil reproducteur.

Pour les fermiers qui fabriquent le fromage de Coulommiers, la présence d'une quantité notable de bleu sur le fromage en diminue considérablement la valeur. A ce point de vue de la teinte, les fabricants de Brie ont plus de latitude dans le choix de leur moisissure ; cette différence dans la conduite

de la fabrication est en rapport avec ce fait que le Coulommiers est exporté, et le Brie consommé sur place.

Ces considérations permettent de comprendre comment, dans une ferme bien conduite, la fabrication, qui marche à souhait, peut progressivement péricliter : il se fait une substitution d'un mauvais bleu à un bon ou à un blanc, soit par suite d'un mélange de spores, soit par un phénomène de retour à la forme primitive. Celle-ci est probablement un bleu foncé, puisque telle est la couleur du *Penicillium*, qu'on trouve partout dans la nature.

Dès lors, il y a intérêt à sélectionner ces races, à les isoler, à les surveiller en culture, afin de pouvoir les fournir aux industriels.

Nous avons fait de nombreuses cultures de ces moisissures et procédé à diverses expériences : un fermier a notamment reçu de nous des cultures pures de *Penicillium* blanc pour ensemencer avec elles son caillé, il a tenté l'essai sur cinq fromages ; les résultats ont été très encourageants : au bout de quinze jours, le fermier nous apprenait que les fromages ainsi traités étaient « admirables », pour employer son expression ; le Champignon s'y était maintenu d'un beau blanc en restant néanmoins léger ; chez l'affineur, la maturation a continué d'une manière normale.

En faisant ensemencer un *Penicillium* très bleu, le même cultivateur a trouvé le résultat fâcheux. Et en faisant ensemencer des espèces accidentelles ou anormales (*Oospora* rouge), on a des fromages de très mauvais aspect et ne correspondant plus à la notion vulgaire du fromage de Brie.

OUVRAGES GÉNÉRAUX DIVERS

Entraîné par mes études mycologiques, à partir de 1886, dans une voie nouvelle de recherches, je n'en ai pas moins suivi avec intérêt l'évolution considérable qui s'est faite depuis cette époque dans le champ de la Biologie, par suite des progrès de nos connaissances sur l'action du milieu.

Des travaux d'une haute portée ont été réalisés sur ce sujet, grâce aux nombreux efforts de M. Bonnier et de ses élèves et grâce aux recherches d'un certain nombre de savants allemands et hollandais, parmi lesquels on peut citer surtout MM. Treub, Schenck, Schimper, Gœbel, etc.

Aussi ai-je cru devoir, en 1897, revenir sur ces questions, pour tâcher de déduire de l'immense accumulation de faits rassemblés dans le domaine de l'adaptation, un certain nombre de conclusions qui me paraissaient extrêmement importantes et qui n'avaient pas été tirées avec assez de précision.

Accommodation des plantes aux climats froid et chaud (1).

Le transformisme, qui date de Buffon et de Lamarck, a été une théorie féconde qui a suscité des débats, posé des problèmes et donné un grand essor aux recherches, mais cette conception repose-t-elle sur des preuves directes et expérimentales ? Pour examiner cette question, j'ai considéré les connaissances acquises sur la flore arctique et sur la flore tropicale, dont j'ai essayé de démêler les caractères fondamentaux, afin d'en discerner l'origine.

La flore polaire est caractérisée par des végétaux : 1° vivaces ; 2° printaniers ; 3° nains. La flore tropicale est reconnaissable à la présence : 1° de ses lianes, de ses épiphytes ; 2° de ses arbres à feuillage toujours vert et à floraison indéfinie.

Ceci m'a conduit à examiner successivement les variations de la végétation arborescente, de la végétation herbacée et de la floraison.

En m'appuyant sur les travaux de Darwin, Fritz Müller, Hildebrandt, etc.,

(1) *Bull. scient. de la France et de la Belgique*, de M. Giard, 4e série, t. IX, 1896, p. 489 à 511 n° 77).

je montrai qu'une même espèce peut être herbacée et annuelle dans les pays tempérés, et devenir ligneuse et polycarpique dans les régions chaudes. Un climat chaud ou même simplement uniforme tend donc à produire des plantes ligneuses : c'est ce qui explique l'énorme proportion d'arbres dans les îles océaniques, où des Violacées, des Séneçons, etc., sont des végétaux de haute taille, arborescents.

C'est également à un climat chaud et uniformément humide qu'il faut attribuer la persistance des feuilles dans les régions tropicales : cela résulte des observations très nombreuses de Kerner, Drude, Massart, Hoffmann, etc.

Grâce aux recherches de MM. Bonnier et Flahault, Hildebrandt, on sait qu'une espèce annuelle peut se transformer en une espèce bisannuelle et celle-ci en une espèce vivace. A mesure que l'on se rapproche des pôles, la proportion des espèces vivaces va en croissant uniformément, tandis que celle des espèces annuelles diminue, au contraire, d'une manière aussi régulière.

Les expériences de Schübeler, Monnier, Metzger, de Vilmorin, établissent, en outre, que, sous l'influence d'un changement de climat, on peut modifier la durée d'existence des plantes et que ces caractères nouveaux deviennent héréditaires.

Les résultats précédents s'appliquent aux plantes sauvages, d'après les travaux de MM. Murbeck et Wettstein.

L'étude de la floraison nous conduit à des résultats aussi saisissants. Grâce aux travaux de Tomaschek, Sachs, de Candolle, Ihne, Flahault, Tschaplowitz, Hoffmann, etc., nous arrivons à cette conclusion que si la floraison est printanière au pôle, si elle est indéfinie à l'équateur, c'est le climat qui en est la cause.

Ainsi nous voyons donc, par l'ensemble de cette étude, que le climat froid rend d'abord la plante *bisannuelle* et sa floraison *printanière*. Mais, plus on s'élève vers le nord, plus le climat devient rigoureux : l'espèce devient *vivace*, et en même temps le végétal devient *nain* (expériences de M. Bonnier).

Dans les régions chaudes, au contraire, l'herbe annuelle sera transformée en un *arbre toujours vert à floraison indéfinie*, parce que son feuillage sera devenu *persistant*.

Jusqu'ici, toutes les variations que nous avons mentionnées, malgré leur importance, peuvent être considérées comme donnant naisance à de simples *variétés*, c'est-à-dire à des métamorphoses éphémères et sans importance. Mais la culture dans les régions froides amène un commencement de fixation de ces caractères nouvellement acquis. Les variétés peuvent donc se transformer en *races*.

Toutes ces conclusions peuvent être admises par les partisans de la fixité

de l'espèce, seulement leurs concessions s'arrêtent là ; mais pouvons-nous aller plus loin ?

Ces races déjà fixées depuis de longues générations peuvent d'ailleurs se rencontrer dans la nature. Elles correspondent à ces formes stables (petites espèces jordaniennes d'après M. Murbeck) qu'une étude attentive amène à distinguer dans une même espèce linnéenne. Nous pouvons faire encore un pas de plus et dire que les espèces linnéennes de la flore polaire ont dû naître de la même façon que les espèces jordaniennes de Murbeck et de Wettstein car ce sont des caractères semblables qui les différencient. Nous sommes donc amenés invinciblement à penser que si toutes les *plantes arctiques ou alpines sont vivaces, c'est parce qu'elles vivent dans les climats froids.*

Nous avons donc ainsi déduit de ces enchaînements de faits et de ces expériences, le mode de naissance de toute une flore naturelle (1).

Les végétaux et les milieux cosmiques (2). La nature tropicale (3).

Les idées que j'ai ainsi résumées dans le précédent article, ont été développées par moi avec beaucoup de détails dans deux volumes de la Bibliothèque scientifique internationale.

J'y ai étudié successivement dans le premier d'entre eux l'action des facteurs primaires sur les végétaux et, après avoir exposé le rôle que joue la chaleur, j'ai insisté sur les transformations qui incombent à la lumière, puis sur celles qui doivent être attribuées à la pesanteur. Un dernier chapitre est enfin consacré à l'étude du milieu aquatique.

Parmi les idées sur lesquelles j'ai insisté, je mentionnerai celles qui se rapportent à l'*hérédité des caractères acquis.*

Dans mon second volume, je me suis proposé de confirmer l'action du milieu sur la végétation tropicale par l'étude des travaux de MM. Schenck, Schimper, Gœbel, Treub, etc.

J'ai montré, d'après M. Schenck, que les caractères généraux des lianes sont ceux des plantes étiolées. Il est certain que c'est l'étiolement qui imprime aux plantes grimpantes leurs plus universelles anomalies. Les lianes sont exposées, en outre, à des actions mécaniques aussi intenses que variées : torsions, tensions, flexions, et ces actions se traduisent par des déformations les plus singulières aussi bien internes qu'externes : aplatissement et gondolement de la tige, division des corps ligneux, multiplication des assises génératrices.

(1) *Revue scientifique*, 1897.
(2) *Bibl. scient. internat.*, un volume de 292 pages, 1898 (n° 80).
(3) *Bibl. scient. internat.*, un volume de 305 pages, 1900 (n° 87).

Après avoir ainsi étudié l'origine des deux types de végétation les plus fondamentaux de la forêt vierge, j'ai cherché à expliquer, d'après les travaux de MM. Gœbel, Van Tieghem, Schimper, etc., les caractères les plus saillants de la végétation aérienne que l'on appelle épiphyte ou parasite, ainsi que ceux de la flore du littoral (mangrove).

J'ai insisté dans ce précédent livre, et aussi antérieurement (1), sur la biologie des Orchidées. J'ai montré, d'après les travaux de MM. Prillieux, Wahrlich, Johow, etc., que la présence des Champignons dans les racines est un caractère universel dans cette famille en connexion avec l'indifférenciation de l'embryon. Une autre conclusion que je tirai de ce mode d'existence était relatif à la condensation des racines, à leur agglomération en nids d'oiseaux et j'en ai conclu qu'il était vraisemblable que la tuberculisation des racines était due à cette cause. Ces inductions biologiques ont été confirmées et étendues récemment par M. Noël Bernard, Agrégé préparateur à l'École normale qui, en partant de la tuberculisation des Orchidées, a été amené à la découverte expérimentale de la cause de la tuberculisation de la pomme de terre.

Flore des Basidiomycètes (2).

Les difficultés considérables que j'ai rencontrées dans mes études mycologiques de débutant, m'ont suggéré l'idée d'ouvrages qui permettraient à ceux qui viendraient après moi d'avoir des efforts moins prolongés et persévérants à faire.

C'est ainsi que j'ai entrepris, avec la collaboration de M. Dufour, la tâche considérable de rédiger une flore des Champignons Basidiomycètes. Ce problème que nous abordions était d'une grande complexité, d'abord parce qu'on ne possède pas de collections de Champignons ; en second lieu, parce que la flore mycologique est mal connue encore à l'heure présente; mais la principale difficulté tenait surtout au caractère de protée des Champignons : il est peu d'êtres aussi instables, aussi polymorphes, aussi modifiables par les moindres conditions climatériques et atmosphériques. L'Académie a récompensé notre travail en nous accordant le prix Thore; le public paraît d'ailleurs avoir ratifié ce jugement bienveillant et nous publions en ce moment la troisième édition de notre ouvrage.

(1) *Ann. de géographie*, 1898 (n° 83).

(2) *Nouvelle Flore des Champignons*, un volume 255 pages avec 3800 figures, Dupont (n° 39) *Petite Flore des Champignons*, un volume 102 pages (n° 72).

LISTE DES MÉMOIRES OU OUVRAGES

PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE

1882

1. — Étude anatomique sur l'enracinement d'une branche de Ronce (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXIX, p. 76).

1883

2. — Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones (*Annales des sciences naturelles*, 6e série, t. XVI, p. 1-170, avec 8 planches).
3. — Influence du séjour sous le sol sur la structure anatomique des tiges (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXX, p. 230).

1884

4. — Recherches sur la structure de la tige des plantes aquatiques (*Annales des sciences naturelles*, t. XIX, p. 286-331, avec 4 planches).

1885

5. — Recherches sur l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des racines (*Annales des sciences naturelles*, 7e série, t. I, p. 135-182, 4 planches).
6. — Observations critiques sur l'épiderme des feuilles des végétaux aquatiques (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, p. 83).
7. — Sur la présence des stomates sur les Jacinthes (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, p. 91 et 100).
8. — Recherches sur la Sagittaire (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, p. 248).
9. — Influence du milieu aquatique sur les stomates (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, p. 259).
10. — Sur la structure des feuilles du *Nymphæa rubra* et du *Nuphar luteum* (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, *sess. extraord.*, p. XV).
11. — Rapport sur l'herborisation faite par la société aux environs de Vendresse et dans la forêt de Mazarin (Ardennes) (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, *sess. extraord.*, p. LXXXV).
12. — Contributions à l'étude de la tige des Lécythidées (en collaboration avec M. Dufour) (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, p. 115).

13. — Sur l'origine des faisceaux libéro-ligneux surnuméraires dans la tige des Cycadées (en collaboration avec M. Morot) (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXII, p. 173).

1886

14. — Études sur les feuilles des plantes aquatiques (*Annales des sciences naturelles*, 7e série, t. III, 1886, p. 94-162, avec 4 planches).
15. — Observations sur la note de M. Mer (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIII, p. 192).
16. — Sur un *Rhopalomyces* (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIII, p. 489).

1887

17. — Sur l'*Amblyosporium bicollum* et sur le *Mucor plasmaticus* (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIV, p. 30, une planche).
18. — Observations sur la flore du littoral (*Journal de botanique*, t. I, p. 5, 26 et 41).
19. — Sur la germination d'un *Helminthosporium* (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1887, p. 179).
20. — Session mycologique dans le Jura (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1887, p. 42, 56).
21. — Excursions mycologiques dans les environs de Paris (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1887, p. 57-72).

1888

22. — Notes sur quelques Champignons parasites des Champignons supérieurs (*Bull., de la Soc. bot.*, t. XXXV, p. 251).
23. — Recherches sur un *Diplocladium* (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXV, p. 291).
24. — Les Mucédinées simples (1 vol. de 219 p., in-8°, Paul Klincksieck).
25. — Recherches sur le développement d'un *Stysanus* et d'un *Hormodendron* (en collaboration avec M. Rolland) (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXV, p. 296).
26. — Note sur la culture d'un *Botryosporium* et sur le moyen de faire un herbier de Mucédinées (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1888, p. 46).
27. — Observations sur la fasciation des Mucédinées (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1888 p. 62).
28. — Sur les conidies d'un *Orbilia* (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1888, p. 148).
29. — Observations sur un *Mortierella* (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1888, p. 148, avec 1 planche).
30. — *Blastomyces*, genre nouveau (en collaboration avec M. Rolland) (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1888, p. 153, avec 1 planche).
31. — Note sur un *Papulaspora* (*Journal de Bot.*, t. II, p. 91, avec 1 planche).
32. — Observations critiques sur les Champignons hétérobasidiés (*Journal de Bot.*, t. II, p. 229).

1889

33. — *Echinobotryum* et *Stysanus* (*Journal de Bot.*, t. III, 240, 245, avec 1 planche).
34. — Recherches sur le *Cladosporium herbarum* (*Journal de Bot.*, t. III, p. 1).
35. — Sur la culture du *Nyctalis asterophora* (*Journal de Bot.*, t. III, p. 313).
36. — *Tulasnella*, *Prototremella*, *Pachysterigma* (*Journal de Bot.*, t. III, p. 59).
37. — Sur les variations des *Alternaria* et des *Cladosporium* (*Revue générale de botanique*, t. I, p. 453, 501, avec 2 planches).

38. — Note sur la culture de quelques Champignons (*Amblyosporium umbellatum*) (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1889, p. 112).

1890

39. — Nouvelle Flore des Champignons (en collaboration avec M. Dufour) (1 volume de 255 pages, avec 3842 figures, 1re édition, Dupont).

40. — Remarques sur la collection de Champignons microscopiques figurant à l'exposition de la Société mycologique (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1890, p. LXII).

1891

41. — Étude sur la culture des Basidiomycètes (*Revue générale de botanique*, t. III, p. 497, avec 1 planche).

42. — Note sur le genre *Myxotrichum* (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXVIII, p. 344).

1892

43. — Recherches sur la Môle, maladie du Champignon de couche (en collaboration avec M. Dufour) (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, fév. 1892).

44. — Recherches sur la Môle (en collaboration avec M. Dufour) (*Revue générale de botanique*, t. IV, p. 401, 462 et 549, avec 4 planches).

45. — Observations sur la Môle, Champignon parasite du Champignon de couche (avec M. Dufour) (*Assoc. pour l'avancement des sciences, Congrès de Pau*, 6 pages).

46. — Recherches sur la destruction du parasite produisant la Môle (en collaboration avec M. Dufour) (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXIX, p. 143).

47. — Du rôle des dégobtures dans les carrières à Champignons (*Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 1892).

48. — La Goutte, maladie du Champignon de couche (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 5 mars 1892).

49. — Note sur un cas de pneumonycose observé sur un Chat par M. Neumann (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1892, p. 57).

50. — Le Chanci, maladie du blanc de Champignon (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1892, p. 153).

51. — Sur quelques maladies du blanc de Champignon (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. CXIV, p. 849).

1893

52. — Remarques sur le Favus de la Poule (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1893, p. 166).

53. — Étude morphologique des Champignons du Favus (en collaboration avec M. Sabrazès) (*Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 13 mai 1893) (*Archives de médecine exp. et d'anat. path.*, 1er mai 1893, n° 3).

54. — Sur un nouveau procédé de culture du Champignon de couche (avec M. Matruchot) (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 3 juill. 1893, t. CXVII, p. 70).

55. — Recherches expérimentales sur la Môle et le traitement de cette maladie (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 6 mars 1893, t. CXVI, p. 529).

56. — *Eurotiopsis*, genre nouveau d'Ascomycètes (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XL, p. 236).

57. — Remarques sur la convergence des formes conidiennes (*Revue générale de botanique*, t. V, p. 84).

58. — Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche (en collaboration avec M. Dufour) (*Revue générale de botanique*, t. V, p. 497).

59. — Expériences sur la désinfection des carrières à Champignons (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 27 nov. 1893, t. CXVII, p. 754).

60. — De la culture du Champignon dans les carrières neuves (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1893, p. 81).

61. — Avantages théoriques et pratiques de la nouvelle méthode de culture du Champignon de couche (avec M. Matruchot) (*C. r. de la Soc. de Biologie*, 2 déc. 1893).

62. — Note sur les Champignons appelés oreilles de Chat (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1893, p. 87).

63. — Note sur la culture du *Mycogone rosea* (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1893, p. 89).

64. — Le Suisse (*Aphodius fimetarius*) et quelques autres Insectes et Acariens nuisibles du Champignon de couche (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1893, p. 84).

1894

65. — Recherches sur le Vert-de-gris, le Plâtre et le Chanci, maladies du blanc de Champignon (en collaboration avec M. Matruchot) (*Revue générale de botanique*, t. VI, p. 289, avec 1 planche).

66. — Sur la culture du *Polyporus squamosus* et sur son *Hypomyces* (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1894, p. 102).

67. — Le *Tyroglyphus mycophagus*, Acarien nuisible du Champignon de couche (*Bull. Soc. mycolog.*, 1894, p. 104).

68. — La culture du Champignon de couche et ses récents perfectionnements (*Revue scientifique*, 7 avril 1894).

69. — Culture d'un Champignon lignicole (avec la collaboration de M. Matruchot) (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 29 oct. 1894, t. CXIX, p. 752).

70. — Sur la fixité des races dans le Champignon de couche (avec la collaboration de M. Matruchot) (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXVIII, p. 1108).

1895

71. — Note sur la culture de la *pietra fungaia* (*Revue générale de bot.*, t. VII, p. 433).

72. — Petite flore des Champignons comestibles et vénéneux avec 351 figures dans le texte (en collaboration avec M. Dufour) (1 vol. de 102 p., Dupont).

73. — Atlas en couleur des champignons comestibles et vénéneux représentant 228 espèces en couleurs et 124 en noir (1 vol. de 238 p., Dupont).

74. — Expériences sur le blanc de Champignon obtenu par semis sur milieu stérilisé (avec la collaboration de M. Matruchot) (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 9 déc. 1895, t. CXXI, p. 901).

1896

75. — Premier supplément à la Nouvelle Flore des champignons (2e édition en collaboration avec M. Dufour).

76. — Sur la production du mycélium des Champignons supérieurs (en collaboration avec M. Matruchot) (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie*, 11 janv. 1896).

1897

77. — Accommodation des plantes aux climats froid et chaud (*Bull. scientifique de la France et de la Belgique*, p. 489 à 511).

78. — Sur une Entomophthorée nouvelle (*Boudierella*) (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1897, p. 38, 2 planches).

1898

79. — L'évolution de la notion d'espèce (*Revue encyclopédique*, 3e année, n° 233, 19 févr. 1898).

80. — Les végétaux et les milieux cosmiques (1 vol. de 292 p. avec 171 figures; *Bibliothèque scientifique internationale*, F. Alcan).

81. — Sur les Champignons du fromage de Brie (en collaboration de M. Ray) (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie*, 7 mai 1898).

82. — Essai de culture du *Tricholoma nudum* (en collaboration avec M. Matruchot) (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 14 mars 1898, t. CXXVI, p. 853).

83. — Biologie géographique des plantes tropicales (*Annales de Géographie*, 1898).

1899

84. — Un nouveau genre de Mucédinées, *Harziella* (en collaboration avec M. Matruchot) (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1899, p. 104, 1 planche).

85. — Sur une nouvelle Mucorinée pathogène (en collaboration avec M. Lucet) (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXXIX, p. 1031).

1900

86. — *Rhizomucor parasiticus*, espèce pathogène de l'homme (en collaboration avec M. Lucet) (*Revue générale de botanique*, t. XII, p. 81).

87. — La nature tropicale (1 vol. de 315 p. avec 166 fig.; *Bibliothèque scientifique internationale*).

88. — Sur quelques Champignons parasites des animaux (en collaboration avec M. Lucet) *Comptes rendus de l'Académie de médecine*, déc. 1900).

1901

89. — Deuxième supplément à la Nouvelle Flore des Champignons (3e édition) (en collaboration avec M. Dufour).

90. — Étude sur les Mucorinées pathogènes (en collaboration avec M. Lucet) (*Archives de parasitologie*, à l'impression un mémoire d'une trentaine de pages avec planches et figures dans le texte).

91. — Sur la culture du *Tricholoma nudum* (en collaboration avec M. Matruchot) (*Revue générale de botanique*, 1901, à l'impression, une vingtaine de pages avec planches).

ANALYSES ET COMPTES RENDUS D'OUVRAGES DIVERS

Aux ouvrages et travaux personnels précédents nous ajouterons pour mémoire :

149 articles de la *Revue bibliographique* du *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXI à t. XXXIX.

Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1888 (*Revue générale de botanique*, t. I, p. 95, 155, 212).

Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1889-1890 (*Revue générale de botanique*, 45 p., t. III, p. 127, 176, 272 et 317), 286 mémoires analysés.

Revue générale des travaux publiés sur les Champignons de 1891 à 1893 (*Revue générale de botanique*, 58 p. avec figures, t. VI, p. 370, 411, 46 ; t. VII, p. 45, 94, 139, 177), analyse de 313 mémoires.

Revue bibliographique (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1889).

Bibliographie. Un nouveau genre de Mortiérellées (*Bull. de la Soc. mycolog.*, 1890).

Les fourmis champignonnistes (*Naturaliste*, 1894, p. 207).

— Notice sur M. Clavaud (*Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXVII, p. 267).

TABLE DES MATIÈRES

791-01. — Corbeil. Imprimerie Ed. Crété